ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1958.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL MONTEL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès, survenu à Chambéry, dans la nuit du 2 au 3 octobre 1958, de M. **Henri Perrier de La Bâthie**, Correspondant pour la Section de Botanique. Il invite l'Académie à se recueillir en silence pendant quelques instants, en signe de deuil.

La Notice nécrologique d'usage sera déposée en l'une des prochaines séances par M. **Henri Humbert**.

CYTOPATHOLOGIE. — *Constitution inframicroscopique et conditions de formation de certaines structures lamellaires concentriques dans des cellules pulmonaires en voie de dégénérescence expérimentale.* Note de MM. **Albert Policard**, **André Collet** et Mlle **Simone Prégermain** (1).

Dans certains types de lipophanérose pulmonaire, on observe des structures inframicroscopiques complexes, à partie centrale le plus souvent, mais non toujours, myélinique et enveloppe périphérique faite d'un nombre variable de lamelles protéiques inframicroscopiques. Leur genèse paraît se rattacher à des conditions locales du milieu ambiant.

Parmi les premiers signes morphologiques de la souffrance cellulaire se trouve l'apparition de granulations lipidiques dans le cytoplasma. Cette « lipophanérose » est due à la démixion du complexe lipidoprotéique cytoplasmique. Les lipides qu'il contient (jusqu'à 30 %) sont démasqués et deviennent visibles morphologiquement et histochimiquement.

Au cours de recherches au microscope électronique sur les réactions des cellules pulmonaires à ce poison lent qu'est la silice amorphe en particules inframicroscopiques, il nous a été possible de constater divers faits de morphologie infrastructurale présentant un certain intérêt au point de vue du mécanisme de la lipophanérose.

Comme il a été signalé antérieurement [2], [3], [4], les premières manifestations de cet état sont caractérisées par l'apparition, dans le cytoplasma d'apparence encore normale, de deux types de formations lipidiques inframicroscopiques. Les unes sont des dépôts très osmiophiles se faisant dans la matrice cytoplasmique fondamentale, le plus souvent au contact de très fines vacuoles à contenu clair; les plus volumineuses de ces formations correspondent aux plus fines structures colorables par les réactifs des graisses que montre le microscope ordinaire. Le second type est constitué de formations plus ou moins sphériques faites de travées épaisses de 200 à 800 Å, très osmiophiles, à disposition irrégulièrement concentriques et séparées les unes des autres par des espaces clairs d'épaisseur variable; ces formations sont capables de grossir par hydratation progressive; elles donnent alors les « figures myéliniques » bien connues.

Ces deux types de structures lipidiques sont les plus précoces d'apparition. On les constate souvent dans des cellules qui par ailleurs ont conservé leurs structures inframicroscopiques normales.

Dans des cellules plus profondément dégénérées ou dans le magma constitué par l'accumulation de leurs cadavres, on peut constater l'existence de deux autres types de structures inframicroscopiques. Certaines formations du type myélinique apparaissent entourées d'un système régulièrement concentrique de très fines lamelles, de 50 à 60 Å d'épaisseur environ, relativement assez denses aux électrons mais jamais intensément osmiophiles comme les lames des formations myéliniques qu'elles enveloppent. La réunion d'une formation myélinique au centre et d'une enveloppe extérieure faites d'un nombre variable (trois à dix en général) de fines lamelles, fournit des dispositifs fort caractéristiques.

D'autres structures tout à fait singulières s'observent également, quoique avec une fréquence moindre. Il s'agit de figures faites de fines lignes minces, de 40 à 60 Å également, d'aspect semblable aux lamelles enveloppant les formations décrites plus haut mais disposées en sorte d'empreintes concentriques, du type des empreintes digitales, ou en grillages quand deux systèmes de lignes se croisent en se superposant. La signification de ces figures, déjà décrites [4] est difficile à préciser. Elles rappellent les structures paracristallines et, dans certains cas, les aspects dits de « moiré » décrits par les cristallographes. Toutefois aucune précision ne peut être actuellement donnée sur la signification exacte de telles structures.

Plus rarement on peut observer des figures complexes constituées par une zone centrale faite non de lames osmiophiles de type myélinique mais de structures cytoplasmiques diverses (éléments du réticulum endoplasmique, mitochondries, etc.) d'apparence très modifiée. Cette zone centrale est entourée par un système périphérique de lamelles minces exactement semblables à celles décrites plus haut.

Ainsi, dans toutes ces formations de type concentrique, il semble exister deux parties très distinctes de structure et d'origine. La zone centrale peut être myélinique ou formée d'éléments cytoplasmiques divers; l'enveloppe périphérique est toujours constituée des mêmes lamelles concentriques très fines (40 à 60 Å), assez denses mais non osmiophiles et séparées par des espaces clairs d'une épaisseur régulière d'une centaine d'angströms environ; ces lamelles ne semblent pas devoir être considérées comme lipidiques mais bien comme protéiques.

Si l'on étudie la répartition de ces formations dans les zones altérées du poumon, on note que les structures à lamelles minces ou en empreintes digitales se trouvent presque toujours dans un même territoire, généralement dans une zone très dégénérée où toutes les limites cellulaires ont disparu. Dans ces colonies de structures lamelleuses, le nombre des lamelles peut varier dans de larges limites mais toujours elles sont présentes. Dans d'autres territoires au contraire, on ne rencontre que des formations myéliniques sans lamelles périphériques. Cette répartition localisée permet une hypothèse. La formation de ces lamelles et de ces structures en empreintes serait liée à un état particulier du milieu local, état dont la nature biochimique reste à préciser.

On peut, d'autre part, au sujet de ces formations concentriques évoquer les structures périodiques du type des anneaux de Liesegang.

Ces constatations dans la répartition des formations lipoprotéiques produites au cours de la dégénérescence graisseuse des cellules semblent avoir un certain intérêt en ce qui concerne les conditions, encore imprécisées, qui commandent la genèse des membranes lipoprotéiques enveloppant certaines structures cellulaires, en particulier les corpuscules vitellins.

(1) Avec la collaboration technique de Christiane Reuet.

(2) A. Policard, A. Collet et S. Prégermain, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 3405.

(3) W. Stoeckenius, *Exp. cell res.*, 13, 1958, p. 410.

(4) A. Policard, A. Collet et S. Prégermain, *C. R. 4e Congrès international de Microscopie électronique*, Berlin, 1958 (sous presse).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *L'interpolation complexe et ses applications en géodésie et cartographie*, par Michel Dupuy (Thèse, Paris) (et résumé multicopié de cette thèse);

2° *Studies in bronchial asthma. A comparative examination between endogenous*

and exogenous bronchial asthma in adult patients, av Erik Fagerberg (Thèse, Uppsala);

3° *Physikertagung Heidelberg. Hauptvorträge der Jahrestagung* 1957 *des Verbandes deutscher physikalischer Gesellschaften, herausgegeben*, von E. Brüche und W. Wessel;

4° *Melbourne astrographic Catalogue*, 1900.0. *Vol.* 6. *Zones* — 75°, — 76° *and* — 77°, by R. L. J. Ellery, Pietro Baracchi, J. M. Baldwin and Harley Wood;

5° *Seminario sobre los Huracanes del Caribe celebrado en Ciudad Trujillo, D. N. Republica Dominicana del* 16 *al* 25 *de febrero de* 1956 (un exemplaire en langue espagnole et 1 exemplaire en langue anglaise);

6° Departamento de Investigacion Agropecuaria (Bogota). *D. I. A. Boletin miscelanea*, n° 1.

HYDRAULIQUE. — *Détermination par analogie électrique des surpressions engendrées dans les conduites forcées par des manœuvres linéaires.* Note (*) de M. **Jean Piquemal**, transmise par M. Léopold Escande.

Description de la méthode utilisée et comparaison des résultats ainsi obtenus avec les abaques de M. Escande.

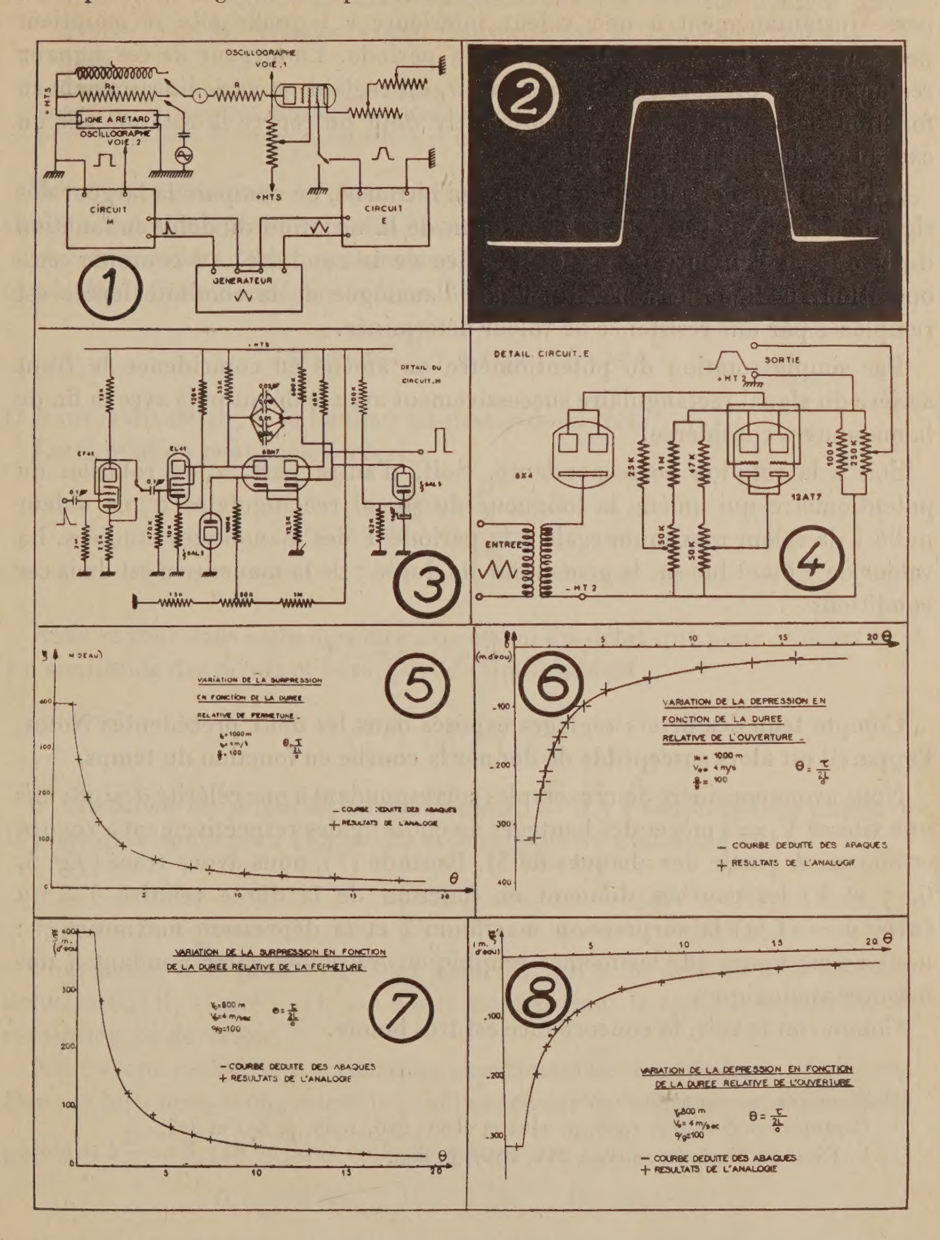
Dans deux Notes précédentes [1], nous avons exposé les principes de réalisation d'un simulateur destiné à l'étude, par analogie électrique, des surpressions engendrées dans les conduites forcées. Nous avons montré son application à la détermination des surpressions engendrées par des manœuvres instantanées et des manœuvres rythmiques.

La présente Note expose comment l'utilisation du simulateur peut être étendue à la détermination des surpressions qui prennent naissance dans une conduite forcée à la suite d'une manœuvre linéaire de fermeture ou d'ouverture d'un orifice placé à l'extrémité aval.

Nous avons transposé dans le domaine de l'analogie les éléments qui sont à l'origine des phénomènes hydrauliques; nous avons dû résoudre en particulier, le problème de la production des manœuvres linéaires d'ouverture et de fermeture ainsi que celui de la mesure de leur durée.

La figure 1 rappelle le schéma de principe du simulateur. Les manœuvres linéaires sont obtenues en appliquant sur la grille du tube de contrôle de débit une tension variant linéairement en fonction du temps; la figure 2 en donne un enregistrement oscillographique. De tels signaux sont fournis par le dispositif électronique de la figure 3 qui assure un double écrêtage de la tension de sortie, en forme de dents de scie symétriques, d'un générateur de signaux à basse fréquence. Différents réglages qui permettent de faire varier à volonté

la fréquence, l'amplitude et la durée des manœuvres ainsi produites confèrent au dispositif une grande souplesse d'utilisation.



La mesure de la durée des manœuvres s'effectue par l'intermédiaire des montages dont le schéma est représenté sur la figure 4. Ce dispositif mono-

stable piloté par des tops synchrones des manœuvres utilisées, délivre une tension qui, pendant un intervalle de temps t_1, prend une valeur constante puis, passe instantanément à une valeur inférieure à laquelle elle se maintient pendant le temps t_2 égal au reste de la période. La largeur de ces signaux rectangulaires proportionnelle au temps t_1 est réglable et varie linéairement en fonction de la course d'un potentiomètre dont on repère la rotation sur un cadran gradué muni d'un vernier.

A l'oscillographe cathodique utilisé en bicourbe, on compare la largeur des signaux rectangulaires à l'enregistrement de la variation du débit en fonction du temps en l'absence de toute influence de la conduite. Au cours de cette opération, la ligne à retard qui figure l'analogue de la conduite forcée est remplacée par une résistance de valeur déterminée.

Par simple rotation du potentiomètre on amène en coïncidence le front arrière du signal rectangulaire successivement avec le début puis avec la fin de la manœuvre considérée.

Soit α la rotation correspondante. Soit, d'autre part, α_0 la rotation du potentiomètre qui amène la longueur du signal rectangulaire d'une valeur nulle à la valeur maximum égale à la période T des manœuvres étudiées. La valeur de T étant lue sur le générateur, la durée τ de la manœuvre est dans ces conditions

$$\frac{\tau}{\mathrm{T}} = \frac{\alpha}{\alpha_0}, \qquad \text{d'où} \qquad \tau = \frac{\alpha}{\alpha_0}\mathrm{T}.$$

Compte tenu des divers réglages exposés dans les deux précédentes Notes, l'appareil est alors susceptible de donner la courbe en fonction du temps.

Nous avons considéré deux exemples correspondant à une célérité $a = 981$ m/s une vitesse $V_0 = 4$ m/s et des hauteurs de chute égales respectivement à 1000 m et 800 m. A partir des abaques de M. Escande [2], nous avons tracé (*fig.* 5, 6, 7 et 8) les courbes donnant en fonction de la durée relative $\theta = \tau/\mu$ (avec $\mu = 2\,\mathrm{L}/a$) la surpression maximum ξ et la dépression maximum ξ' : nous avons figuré sur les mêmes graphiques les points correspondant à nos mesures analogiques.

Comme on le voit, la concordance est très bonne.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) *Comptes rendus*, 242, 1956, p. 2421 et 2686; 246, 1958, p. 371 et 374.

(2) L. Escande, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 692.

HYDRAULIQUE. — *Similitude des déversoirs circulaires verticaux à mince paroi.* Note (*) de M. **Nicolas Nahas**, transmise par M. Léopold Escande.

Étude de la similitude des déversoirs circulaires verticaux à mince paroi avec arête vive et aération. Étude d'une similitude approchée permettant de déduire le profil de la lame déversante, supérieur et inférieur pour n'importe quelle charge.

Étude de la similitude. — Nous nous proposons d'étudier successivement la similitude des débits et des profils des lames déversantes.

1° *Similitude des débits.* — Dans une Note précédente (1), nous avons indiqué que le débit Q est donné par la formule

$$Q = \left(0,0054\frac{D}{h} + 0,4114\right)\pi D\sqrt{2g}\,h^{\frac{3}{2}},$$

D étant le diamètre; h, la hauteur au-dessus de la crête.

Cette relation peut encore s'écrire

$$Q = \pi\sqrt{2g}\,\frac{0,0054\frac{D}{h} + 0,4114}{\left(\frac{D}{h}\right)^{\frac{3}{2}}}\,D^{\frac{5}{2}}$$

Nous voyons dans cette dernière expression du débit que pour $D/h = \text{Cte}$ il y a similitude des débits et le rapport de similitude est

$$\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{\frac{5}{2}} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^{\frac{5}{2}} = \lambda^{\frac{5}{2}}.$$

2° *Similitude des profils de lame déversante.* — Il y a similitude des profils de la lame déversante pour $D/h = \text{Cte}$ et le rapport de similitude est

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{h_1}{h_2} = \lambda.$$

Pour passer d'un profil (C_1) à un profil (C_2), il suffit de multiplier les coordonnées $C_1(R, z)$ par λ. (L'axe des R étant suivant la crête et z sur l'axe de révolution du déversoir.)

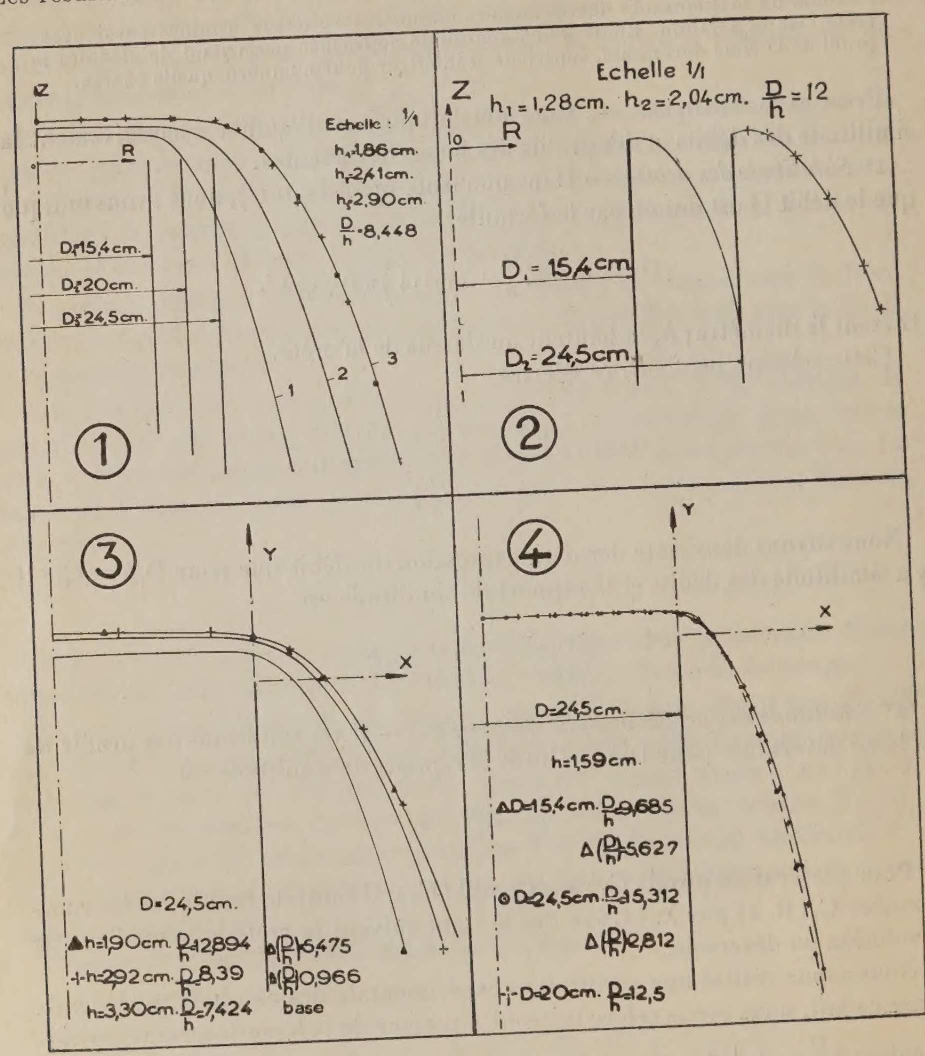
Nous avons réalisé une vérification expérimentale des résultats précédents. Dans ce but, nous avons relevé le profil supérieur de la lame déversante correspondant à $\frac{D}{h} = 8,448$ et pour trois diamètres

$$D_1 = 15,4\ \text{cm}, \qquad D_2 = 20\ \text{cm}, \qquad D_3 = 24,5\ \text{cm}.$$

En multipliant les coordonnées des points de courbes 1 et 2 (*fig.* 1) par le rapport de similitude, ces points se placent sur la courbe 3. Ceci vérifie la similitude de la ligne de courant supérieure.

Une étude analogue nous a permis de vérifier la similitude du profil de la lame inférieure (*fig.* 2).

Similitude approchée des profils de la lame déversante supérieur et inférieur. — Les résultats et l'étude étant identiques pour le profil de la lame déversante



supérieur et inférieur, nous nous bornerons à montrer ces résultats sur le profil supérieur.

1° *Étude du profil supérieur de la lame déversante d'un déversoir sous différentes charges.* — Nous avons relevé les profils correspondant à D = 24,5 cm sous différentes charges et nous avons constaté qu'en prenant pour axes (x, y) sur la

crête (*fig.* 3) nous pouvions passer d'un profil correspondant à une charge h_1 à un profil correspondant à une charge h_2 en multipliant les coordonnées de chaque point (x, y) par le rapport des charges. Cela se vérifie d'autant mieux que la variation $\Delta\left(\frac{D}{h}\right)$ est plus faible (*fig.* 3).

2° *Étude du profil supérieur de la lame déversante pour une charge* $h =$ Cte *à différents diamètres.* — Nous avons relevé les profils correspondant à une charge $h = 1,59$ cm sur trois déversoirs de diamètre

$$D_1 = 15,4 \text{ cm}, \qquad D_2 = 20 \text{ cm}, \qquad D_3 = 24,5 \text{ cm}.$$

En prenant les axes (x, y) sur la crête, nous avons constaté que les profils supérieurs se confondent d'autant mieux que la variation $\Delta\left(\frac{D}{h}\right)$ est plus faible (*fig.* 4).

3° *Interprétation de ces résultats.* — *a.* $D =$ Cte, h variable. Soit Q_1 le débit total correspondant à une charge h_1 et à un débit unitaire q_1 et Q_2 à h_2 et q_2. La variation de D/h étant faible nous avons $Q_1/Q_2 = (h_1/h_2)^{3/2}$ ce qui montre qu'il n'y a pas de similitude des débits.

Par contre, pour $q_1/q_2 = (h_1/h_2)^{3/2}$ la similitude est vérifiée et cela explique la position des axes (x, y), car le débit unitaire n'a de sens physique qu'à partir de la crête.

b. $h =$ Cte, D variable. Le débit unitaire

$$q = \left(0,0054\,\frac{D}{h} + 0,4114\right)\sqrt{2g}\,.\,h^{\frac{3}{2}}$$

varie très peu pour une faible variation de D/h.

L'égalité des débits unitaires à partir de la crête explique bien la position des axes (x, y) et la concordance des profils.

4° *Méthode pour déduire n'importe quel profil de la lame déversante supérieur ou inférieur.* — Pour avoir un profil correspondant à $D/h = k$ il suffit d'intercaler cette valeur k dans un tableau donnant les profils relevés expérimentalement pour lesquels les valeurs de D/h croissent de 2 en 2. $D/h = 2, 4, 6, 8$, etc., par exemple pour $4 < k < 6$.

Si k est plus près de 4 nous prendrons le profil $D/h = 4$ et en lui faisant subir soit l'une soit l'autre des transformations : charge constante, diamètre variable ; diamètre variable, charge constante.

Nous arrivons ainsi à la valeur $D/h = k$ désirée, donc au profil recherché.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) *Comptes rendus*, **247**, 1958, p. 418.

PHYSIQUE SOLAIRE. — *L'interprétation du spectre* H_α *de la chromosphère.* Note (*) de M. **Raymond Michard**, présentée par M. André Danjon.

L'interprétation des profils de l'émission H_α provenant des spicules isolés d'une part, de la chromosphère « moyenne » d'autre part, fournit divers renseignements sur les spicules et le milieu interspiculaire : les spicules occupent environ 6 % de la chromosphère aux niveaux 1 000 à 3 000 km, proportion qui décroît brusquement vers 4 000 km.

Dans une Note précédente [1] nous avons brièvement décrit de nouvelles observations du spectre H_α de la chromosphère et proposé l'hypothèse suivante pour rendre compte du renversement de la raie que l'on observe principalement sur les spicules, au-dessous de 5 000 km : les spicules émettent H_α avec une fonction-source élevée et un coefficient d'absorption de profil large; ils sont noyés dans la matière spiculaire dont le coefficient d'absorption présente un profil étroit et une fonction-source relativement faible. Plus simplement (mais moins généralement) les spicules sont au-dessous de 5 000 km des éléments « chauds » dans un milieu « froid ». L'exploitation quantitative de cette hypothèse fait l'objet de la présente Note.

Interprétation des profils de spicules isolés. — Le rayonnement reçu le long d'une ligne de visée traversant un spicule isolé s'écrit

$$I_\lambda = B_s(1 - e^{-\Delta\tau_{s,\lambda}})\, e^{-\tau'_\lambda} + \int_L B\, e^{-\tau_\lambda}\, d\tau_\lambda, \tag{1}$$

où B est la fonction-source moyenne de la chromosphère, B_s celle du spicule; τ est la profondeur optique globale (spicules + matière interspiculaire); τ' est la profondeur optique entre l'observateur et le spicule considéré; $\Delta\tau_s$ l'épaisseur optique de celui-ci. L'intégrale du second membre représentant aussi bien l'émission de la chromosphère en l'absence du spicule considéré, il est commode de faire porter l'analyse sur la quantité ΔI_λ, différence entre l'émission H_α sur le spicule et sur la chromosphère immédiatement voisine. Supposant $\Delta\tau_s$ petit, il vient

$$\Delta I_\lambda = B_s \Delta\tau_{s,\lambda}\, e^{-\tau'_\lambda}. \tag{2}$$

Cette méthode a en particulier l'avantage de nous dispenser des calculs extrêmement difficiles qui seraient nécessaires pour tenir compte des effets de l'agitation atmosphérique et de la diffusion sur les données d'observation. En première approximation, la lumière « diffusée » est la même sur le spicule et sur le fond voisin, et s'élimine quand on considère la différence ΔI.

Les profils ΔI_λ fournis par l'observation ont été analysés à partir de l'équation (2) en supposant de plus que les coefficients d'absorption dans le spicule et dans la matière interspiculaire peuvent être représentés par des profils gaus-

siens, hypothèse qui n'est pas en contradiction avec l'observation. L'analyse fournit le produit $B_s \Delta\tau_{s,0}$ et la profondeur τ'_0 au centre de H_α, ainsi que les paramètres des profils du coefficient d'absorption.

On constate que les largeurs des profils spiculaires restent dans la basse chromosphère du même ordre que ceux qui ont été mesurés au-dessus de 5 000 km par Athay ([2]) et par nous-même ([1]), correspondant à des températures cinétiques de l'ordre de 60 000°. Les produits $B_s \Delta\tau_{s,0}$ ont, selon les spicules, des valeurs et des variations avec l'altitude assez diverses. En moyenne, ils diminuent lentement quand l'altitude h augmente. Quand aux profondeurs τ'_0 elles varient de 0 (pour $h \geq 5000$ km) à quelques unités pour $h = 1000$ km; comme on pouvait s'y attendre, elles sont très différentes pour différents spicules, à cause de l'éloignement plus ou moins grand de ceux-ci sur la ligne de visée.

Si l'on suppose que la largeur Doppler des profils H_α sur les spicules correspond à leur température cinétique $T_e \simeq 60\,000°$, on peut faire un pas de plus dans l'interprétation physique des données précédentes, grâce aux calculs de Giovanelli ([3]) sur les populations des différents niveaux de l'atome d'hydrogène dans les conditions chromosphériques. Pour $T_e = 60\,000°$, les valeurs empiriques de $B_s \Delta\tau_{s,0}$ conduisent, d'après les tables de cet auteur, à des pressions électroniques variant avec h, de $\log N_e = 11,37$ (pour $h = 8\,000$ km) à $\log N_e = 11,72$ (pour $h = 1000$ km). On peut trouver séparément les fonctions-sources B_s, qui correspondent à des températures d'excitation comprises entre 3800° et 4000°, et les épaisseurs optiques des spicules $\Delta\tau_s$ qui sont de l'ordre de 0,15 à 0,6 (pour des dimensions géométriques plausibles des spicules).

Interprétation des profils de la chromosphère « moyenne ». — La chromosphère « moyenne » résulte du mélange du rayonnement dû aux spicules et au fond interspiculaire. Les profils de H_α dans la chromosphère « moyenne » ont été mesurés et soigneusement corrigés des effets atmosphériques et instrumentaux par R. Michard et G. Laborde ([4]).

Désignons par s la probabilité pour qu'un élément de ligne de visée dl soit dans un spicule. La contribution de l'élément au rayonnement émergent est

$$(3)\quad dI_\lambda = [s B_s \varkappa_{s,\lambda} + (1-s) B_{is} \varkappa_{is,\lambda}]\, e^{-\tau_\lambda}\, dl \qquad \text{avec} \quad \tau_\lambda = \int_0^l [s\varkappa_s + (1-s)\varkappa_{is}]\, dl = \tau_s + \tau_{is}.$$

Telle est l'équation de transfert valable pour le rayonnement de la chromosphère « moyenne », constituée par un mélange de deux éléments en proportions s et $(1-s)$, dont les fonctions-sources et coefficients d'absorption sont respectivement B_s, $\varkappa_s$ et B_{is}, $\varkappa_{is}$. Nous ne décrirons pas ici les nombreuses approximations et hypothèses que nous avons dû faire pour interpréter les profils observés à partir de cette équation. En pratique les seuls paramètres qui peuvent être déterminés avec une bonne précision sont la fonction-source B_{is}

de la matière interspiculaire, et surtout l'intégrale $Z = \int_L s B_s \varkappa_s \, dl$. En effet, dans les *ailes* de la raie H_α (pour $\Delta\lambda > 1$ Å) le second terme du crochet de l'équation (3) devient négligeable parce que la matière interspiculaire a un profil d'absorption étroit; $\exp(-\tau_\lambda)$ peut être confondu avec l'unité et l'équation de transfert se réduit à $dI_\lambda = s B_s \varkappa_{s,\lambda} \, dl$. Autrement dit, seuls les spicules contribuent à la formation de la raie.

Ayant déterminé les intégrales Z en fonction de la hauteur apparente au-dessus du limbe, nous avons utilisé les données empiriques obtenues ci-dessus au sujet des spicules individuels, pour calculer la quantité s en fonction de la hauteur vraie dans le chromosphère. Cela suppose évidemment la solution d'une équation intégrale, solution qui a été obtenue en représentant la fonction $s(h)$ par 10 valeurs discrètes : $s_1 = s$ pour $1\,000 < h < 2\,000$ km, etc.. Le résultat est donné dans le tableau suivant; il contient pour comparaison, les valeurs de s résultant des dénombrements de spicules ([5]) et de deux hypothèses sur leur diamètre.

Fonction $s(h)$.

		1-2 000.	2-3 000.	3-4 000.	4-5 000.	5-6 000.	6-7 000.	7-8 000.	8-9 000.
h									
s (présent travail)		0,057	0,059	0,041	0,018	0,0085	0,0063	0,041	–
s (Athay)	$d_s = 1\,000$ km...	–	–	0,010	0,008	0,006	0,0045	0,003	0,0018
	$d_s = 2\,000$ km...	–	–	0,040	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0072

Ces résultats montrent que le phénomène des spicules a sa source dans la basse chromosphère, vers l'altitude 1 000 km ou un peu plus bas. Éléments beaucoup plus chauds que la matière environnante, ils n'occupent qu'une très faible fraction de son volume. La plupart (environ 85 % d'entre eux) disparaissent au niveau 4-5 000 km précisément à la hauteur où se situe l'augmentation brusque de la température chromosphérique et où apparaissent les raies coronales.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) R. Michard, *Comptes rendus*, **246**, 1958, p. 3413.

(2) G. Athay, *Ann. Astrophys*, (sous presse).

(3) R. G. Giovanelli, *Austr. J. Sc. Res.*, **1**, 1948, p. 305.

(4) *Rendic. Accad. Naz. Lincei*, 8e série, **19**, 1955, p. 283.

(5) G. Athay, Commun. *Colloque Radioastronomie*, Paris, 1958.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE. — *Examen au microscope électronique de cristaux de phtalocyanate de cuivre.* Note (*) de Mme **Henriette Espagne**, transmise par M. Gaston Dupouy.

Le microscope électronique permet la photographie directe de certains plans réticulaires de cristaux de phtalocyanate de cuivre. Les mesures effectuées par cette méthode sont en accord avec les résultats obtenus à l'aide des rayons X.

Depuis que la structure des réseaux cristallins a été imaginée par Bravais, les expériences de Bragg, Laue et de nombreux autres physiciens ont confirmé toutes les hypothèses émises au sujet de la répartition des atomes au sein des cristaux.

Les rayons X ont permis de calculer les dimensions des mailles d'un très grand nombre de substances cristallines. Les tout récents progrès de la microscopie électronique ont amené les physiciens à séparer des distances inférieures à 10 Å. Ils utilisent couramment des longueurs d'onde associées aux électrons de l'ordre de 0,04 Å (pour 80 kV). Dans ces conditions on pouvait espérer, pour des substances judicieusement choisies, obtenir l'image même de certains plans du réseau cristallin ([1]).

C'est ainsi que J. W. Menter choisissait tout d'abord le phtalocyanate de platine et, le premier, photographiait directement les plans réticulaires $(20\bar{1})$ de cette substance.

Parmi les phtalocyanates, les composés de platine et de cuivre cristallisent dans le système monoclinique ([3]), ([4]) et se présentent sous la forme de longs rubans plats. Trois familles de plans caractérisent la structure de ces composés : les plans (001) auxquels appartient la surface du « ruban », les plans (010) qui incluent l'axe du ruban, les plans $(20\bar{1})$ orientés parallèlement à l'axe et faisant avec les plans (001) un angle de 88° dans le composé de platine.

Les plans $(20\bar{1})$ du composé de platine sont distants de 11,9 Å, ceux de cuivre de 9,8 Å seulement.

La considération des données précédentes désigne le phtalocyanate de platine comme un spécimen de choix. Si on dépose un cristal sur une grille-support, les plans $(20\bar{1})$ se trouvent presque parallèles au faisceau d'électrons; on peut donc espérer obtenir un cliché qui serait, en quelque sorte, l'image fidèle d'une « tranche » prise à l'intérieur du ruban, perpendiculairement à ces plans.

Pour le phtalocyanate de cuivre, l'angle $\widehat{(001)(201)}$ est de 80°. L'orientation de ces cristaux sous un angle convenable est aussi nécessaire que l'obtention du pouvoir de résolution de 9 Å indispensable à leur examen. En effet, nous devons photographier des plans $(20\bar{1})$ qui se présentent alors sur notre cliché comme des lignes parallèles au bord du cristal; or, dans le cas d'un cristal de 100 Å d'épaisseur, pour que les plans (201) soient visibles, le faisceau doit les rencontrer sous un angle favorable à la réflexion de Bragg si l'on envisage, en première approximation, que l'image se forme selon la théorie émise par Abbe ([5]) dans l'étude du microscope optique.

Pour des cristaux d'épaisseur moyenne (100 Å) le calcul indique une latitude d'orientation de 6°, imposant à la surface du « ruban » de former

avec le plan horizontal un angle compris entre 4 et 10°. Cette latitude varie en raison inverse de l'épaisseur des cristaux.

Nous retrouvons ce résultat, en tenant compte de la nécessité suivante : pour qu'un plan réticulaire $(20\bar{1})$ soit visible sur le cliché, la projection de l'arête supérieure d'un tel plan doit être comprise entre l'arête inférieure de ce même plan et l'arête inférieure du plan suivant.

Étude expérimentale. — L'étude a été faite au microscope électronique par transmission, sous 80 kV, avec un grandissement direct de $\times$ 80 000.

Le condenseur était muni d'un diaphragme de 200 μ et l'objectif d'un diaphragme de 50 μ. Les cristaux ont été directement formés sur les grilles-support de cuivre par sublimation et refroidissement sous vide de phtalocyanate de cuivre. L'opération s'effectuait dans un petit four électrique de notre fabrication dont les parois transparentes permettaient une surveillance directe de la formation des cristaux.

En agissant sur la vitesse de refroidissement, nous avons pu obtenir une grande gamme de spécimens.

Dans ce mode de préparation, les cristaux semblables à des rubans s'orientent, de manière générale, perpendiculairement aux bords des carrés de la grille. Nous pouvons ainsi choisir systématiquement au cours de l'examen, l'orientation optima, compte tenu de l'astigmatisme résiduel de l'appareil.

Examen. — L'absence de support présente de grands avantages : le contraste est amélioré par suppression de la diffusion. Un nombre de cristaux plus élevé se présente au faisceau d'électrons sous un angle favorable. Mais les cristaux deviennent mobiles lorsque l'éclairement dépasse une certaine intensité.

Nous avons dû utiliser deux méthodes :

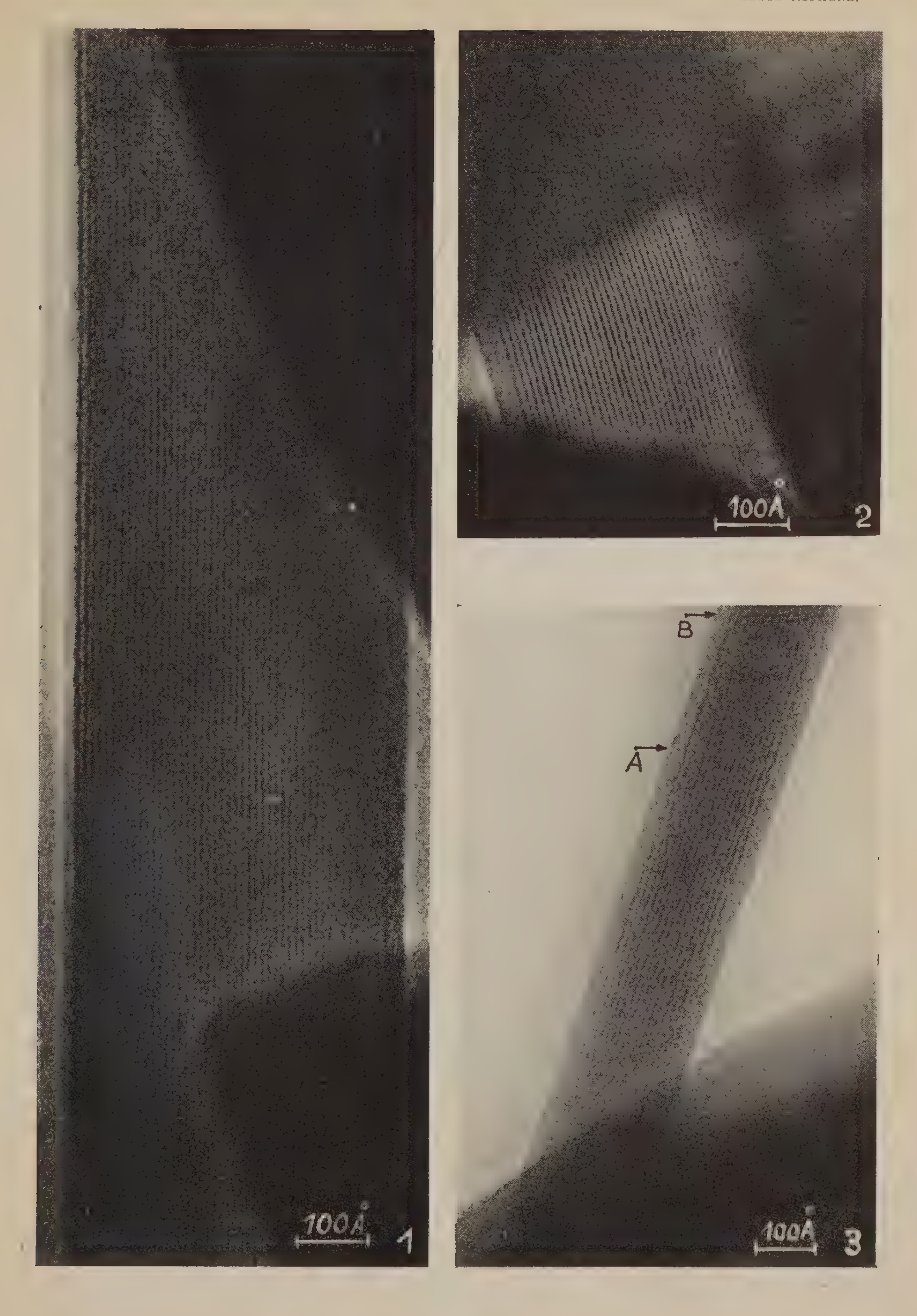
1° Dans les angles des carrés de la grille, les rubans s'entrecroisent et forment un treillis stable sous un éclairement intense. Le temps de pose peut être réduit à 3 ou 4 s. La contamination du spécimen n'a guère le temps de se produire et les plages photographiées, de dimensions réduites, présentent un contraste excellent (*voir* cliché n° 2).

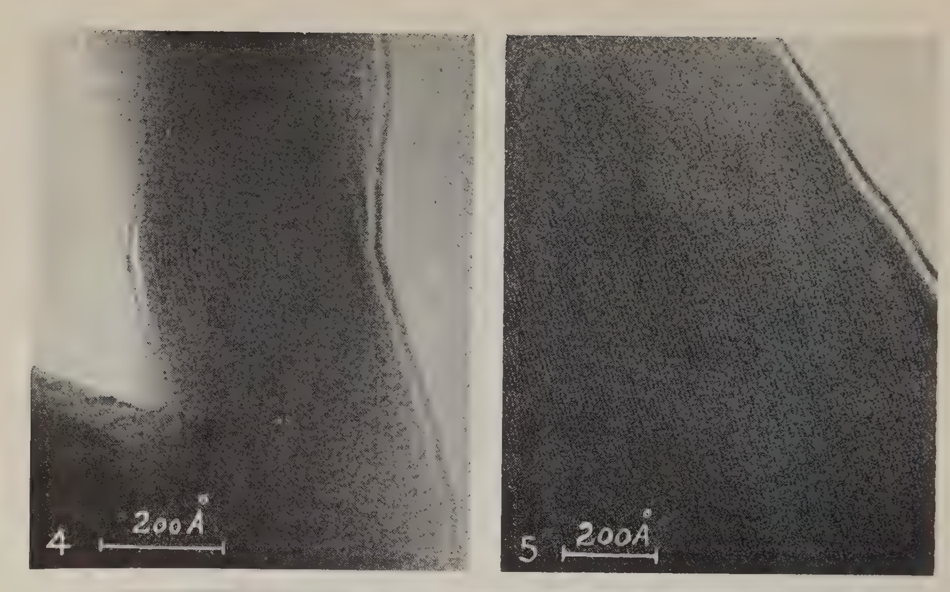
2° L'utilisation de plaques sensibles et l'augmentation du temps de pose, permettent de photographier, sous très faible intensité, des cristaux isolés de grandes dimensions.

La contamination est alors telle que nous perdons le bénéfice de l'absence de support.

Mais cette dernière méthode est intéressante lorsqu'on veut observer les imperfections du réseau cristallin.

Résultats. — Le mécanisme de formation de l'image des plans $(20\bar{1})$ a été longuement discuté par J. W. Menter. L'examen de tous les clichés (un


100Å
1
100Å
2
B
A
100Å
3



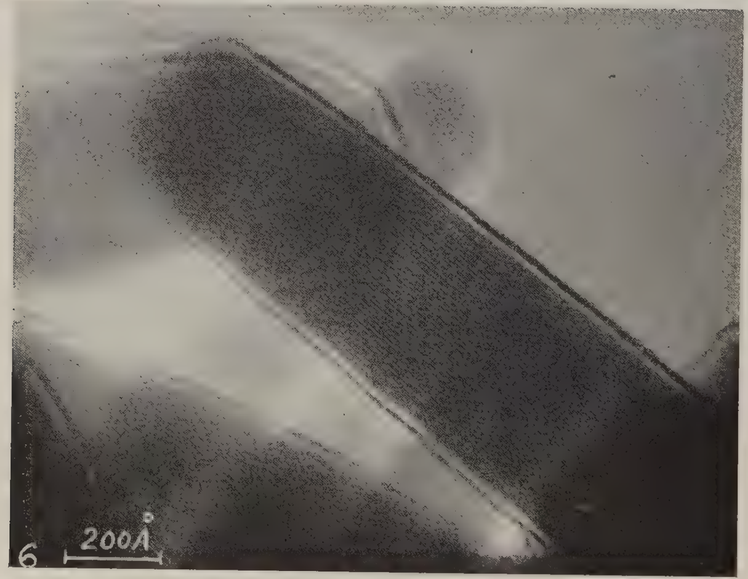


Fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6. — Cristaux de phtalocyanate de cuivre.
Fig. 3 : En A le rétrécissement correspond à la dislocation.
La structure redevient régulière à partir de B.
Fig. 4 : Les lignes s'incurvent suivant la torsion en hélice.

seul excepté dans lequel le bord du cristal est vraisemblablement brisé) (*fig.* 5), montre que les lignes suivent exactement la direction de l'arête du cristal, que celui-ci soit rectiligne, courbé ou spiralé

D'autre part, les nombreuses mesures effectuées sur nos clichés dans les parties parfaitement striées, donnent la valeur moyenne de 9,9 ± 0,2 Å pour l'écartement des plans $(20\bar{1})$, résultat en accord avec les évaluations fournies par l'examen aux rayons X.

Ces considérations nous permettent d'affirmer que les lignes obtenues sont la représentation directe de l'image des plans $(20\bar{1})$.

Parmi de nombreuses anomalies de structure, nous avons observé une dislocation se traduisant par la disparition d'un plan $(20\bar{1})$. Cette disparition s'accompagne d'un léger rétrécissement du cristal (*fig.* 3).

Nous avons été particulièrement intéressés par des cristaux enroulés en hélice. Des cristaux de ce type se rencontrent en examinant des spécimens, soit de phtalocyanate de cuivre, soit de phtalocyanate de platine.

Sur un cliché représentant une telle hélice, les zones striées occupant toute la largeur du cristal se répètent périodiquement. Aux endroits où elles sont apparentes, nous les voyons s'incurver et suivre la torsion du cristal. Un détail représenté sur la figure 4, les montre visibles sur une longueur de 200 Å.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) HILLIER et R. F. BAKER, *Phys. Rev.*, 61, juin 1942, p. 722 et 723.
(2) J. W. MENTER, *Proc. Roy. Soc.*, A, 236, 1956, p. 119-135.
(3) J. M. ROBERTSON, *J. Chem. Soc.*, 1934, p. 615.
(4) J. M. ROBERTSON, *J. Chem. Soc.*, 1935, p. 1195.
(5) E. ABBE, *Arch. Mikr. Anat.*, 9, 1837, p. 413.

(*Institut d'Optique électronique de Toulouse.*)

OPTIQUE. — *Détermination de la section de choc de la transition* $6^3P_1 \rightarrow 6^3P_0$ *du mercure lors de chocs avec la molécule d'azote.* Note (*) de Mme **GEORGETTE LAROZE** et M. **JEAN-LOUIS COJAN**, transmise par M. Jean Cabannes.

L'étude des variations de l'intensité de la raie interdite $\lambda_0 = 2655,4$ Å de la vapeur de mercure excitée optiquement par la raie de résonance $\lambda = 2537$ Å, en fonction de la pression d'azote introduite, conduit à une section de choc de $\sigma^2 = 20$ Å^2 pour la transition

$$Hg(6^3P_1) + N_2 \rightarrow Hg(6^3P_0) + N_2 \quad \text{(vibration)}.$$

La vapeur de mercure, excitée optiquement par sa radiation de résonance $\lambda = 2537$ Å $(6^3P_1 \rightarrow 6^1S_0)$ en présence d'azote, présente une population simultanée du niveau 6^3P_1 atteint par l'absorption de la raie $\lambda = 2537$ Å et

du niveau métastable 6^3P_0 atteint lors de chocs de l'atome excité avec l'azote par la transition

(I) $$Hg(6^3P_1) + N_2 \rightarrow Hg(6^3P_0) + N_2 \quad \text{(vibration)}.$$

Elle émet alors la raie interdite $\lambda_0 = 2\,654,4$ Å ($6^3P_0 \rightarrow 6^1S_0$) (1). Sa probabilité de transition n'existe que pour les seuls isotopes impairs, du fait de leur spin nucléaire non nul (2).

La très grande durée de vie du niveau 6^3P_0 est utilisée pour créer une population appréciable en niveaux excités lors des essais de séparation photochimique des isotopes du mercure (3).

L'étude de la section de choc du processus (I) conduit à des résultats très différents suivant les méthodes employées : étude de l'absorption de la raie $\lambda = 4\,047$ Å (3), ou extinction de la raie de résonance $\lambda = 2\,537$ Å (4). Nous avons procédé à son étude directe par la mesure de l'intensité de la raie interdite. Elle est compliquée par l'apparition, dans la lumière diffusée par la vapeur, du pseudo-triplet $\lambda_1 = 2652,0$ Å ($6^3D_2 \rightarrow 6^3P_1$), $\lambda_2 = 2\,653,7$ Å, ($6^3D_1 \rightarrow 6^3P_1$), $\lambda_3 = 2\,655,1$ Å ($6^1D_1 \rightarrow 6^3P_1$). Cette émission est due à une résonance en échelon. L'obtention d'un courant photoélectrique appréciable nécessite un arc excitateur puissant fonctionnant à basse pression (arc d'une longueur de 6 m, enroulé en spirale autour du tube laboratoire). La raie interdite apparaît alors comme un satellite faible de la raie λ_3 du pseudo-triplet; sa résolution sommaire ne peut s'obtenir qu'au détriment de la luminosité.

Nous avons pallié cet inconvénient en interposant entre l'arc et le tube laboratoire une cuve d'absorption d'épaisseur 1 cm remplie d'un filtre liquide constitué d'une solution aqueuse d'iode (108 mg/l) et d'iodure de potassium (150 mg/l). Ce filtre, étant rapidement altéré par le rayonnement de l'arc, circule dans la cuve avec un débit constant; il transmet 20 % de la radiation $\lambda = 2\,537$ Å et 1 % de la radiation $\lambda = 2\,650$ Å. Le niveau 6^3D_1 est alors presque seul atteint par la vapeur de mercure, par l'intermédiaire de la raie $\lambda_4 = 2\,535$ Å ($6^3D_1 \rightarrow 6^3P_0$), qui subsiste dans le rayonnement excitateur. Sauf pour de très faibles pressions d'azote, l'intensité de la raie λ_0 est alors très supérieure à celle de la raie λ_3.

Le nombre de chocs du type (I) subis par seconde par un atome 6^3P_1 est

$$Z = 2\sigma^2 N \sqrt{2\pi RT\left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}\right)},$$

N, nombre d'atomes d'azote par centimètre cube;
M_1 et M_2, masses moléculaires du mercure et de l'azote;
σ, section de choc du processus (I).

On trouve que le nombre d'atomes qui atteignent le niveau 6^3P_0 est, en 1 s :

$$N = \frac{\tau Z}{1 + \tau Z} E.$$

où τ est la durée de vie du niveau $6\,^3P_1$ ($1,1.10^{-7}$ s). L'intensité I de la raie interdite est proportionnelle à X; la pression p de l'azote est proportionnelle à Z; la courbe expérimentale (*fig.* 1) concorde avec ces prévisions en prenant

$$\sigma^2 = 20\ \text{Å}.$$

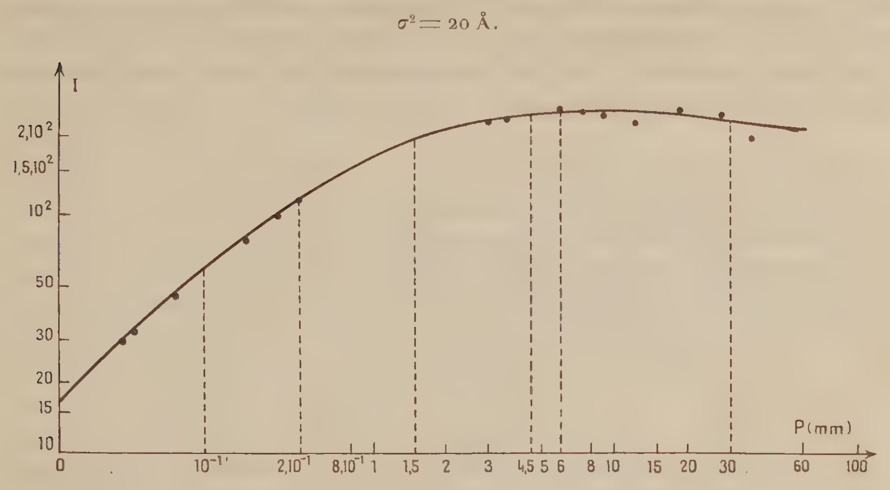


Fig. 1. — Intensité de la raie interdite $\lambda_0 = 2\,655,4$ Å en fonction de la pression d'azote exprimée en millimètres de mercure. (Coordonnées logarithmiques.)

La détermination précise de σ^2 s'effectue en observant que $1/X$ (ou $1/I$) varie linéairement en fonction de $1/Z$ (ou $1/p$); la droite obtenue expérimentalement en permet aisément la mesure (*fig.* 2).

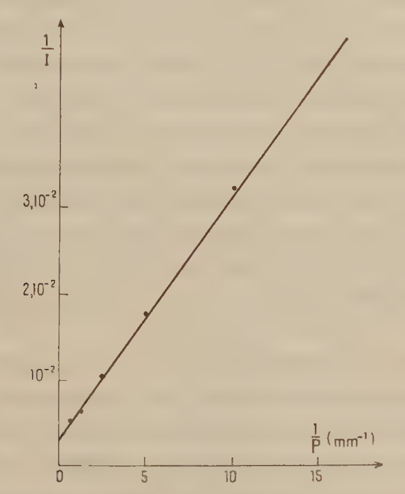


Fig. 2. — Variation de $1/I$ en fonction de $1/p$.

On doit remarquer que dès que la saturation est atteinte, pour une pression d'azote égale sensiblement à 2 mm, celle-ci peut être portée à de grandes

valeurs (100 mm) sans que l'intensité de la raie interdite baisse notablement. Ceci montre que le niveau métastable 6^3P_0 est presque insensible aux chocs avec l'azote. La très lente décroissance de l'intensité de la raie interdite doit plutôt être attribuée au fait que le déplacement des centres hyperfins de la vapeur excitée par effet de pression provoque une diminution de la quantité E et par conséquent de X; pour une pression d'azote de 30 mm, ce déplacement atteint 1/10e de la largeur Doppler.

(*) Séance du 15 septembre 1958.

(1) WOOD, *Proc. Roy. Soc.*, **106**, 1924, p. 679.

(2) MROZOWSKI, *Z. Phys.* **108**, 1938, p. 204.

(3) PERKED et GUNNING, *J. Chem. Phys.*, **26**, 1957, p. 1.

(4) GAVIOLA, *Phil. Mag.*, **6**, 1928, p. 1154.

(5) STUART, *Z. Phys.*, **32**, 1935, p. 262.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Transformation irréversible et variations de l'activité catalytique de gels mixtes silice-alumine.* Note (*) de MM. **Yves Trambouze, Marcel Perrin, Jean-Louis Weill** et **Marcel Prettre**, présentée par M. Paul Pascal.

Les gels mixtes silice-alumine à teneur limitée en alumine (5 à 30 g Al_2O_3 pour 100 g $Al_2O_3 + SiO_2$) sont des catalyseurs de craquage des hydrocarbures. Cette réaction, qui s'effectue généralement entre 480 et 500° C, provoque l'encrassement progressif de la masse de contact qui doit être périodiquement régénérée par l'air, traitement habituellement réalisé aux environs de 600°. Malgré ces régénérations, l'activité du catalyseur décroît progressivement. Divers travaux (1) ont été effectués en vue de déceler les effets de traitements thermiques sur la structure, la texture et l'activité des gels mixtes. Ils ont révélé d'importants changements de structure et de texture, mais pour des températures supérieures à 700° et qui ne sont jamais atteintes au cours de la catalyse et de la régénération, alors que la baisse permanente d'activité est observée après des chauffages moins énergiques.

Aussi nous sommes-nous proposés de suivre l'évolution des mêmes gels à des températures plus modérées que nos prédécesseurs et notamment à celles auxquelles ces solides sont soumis au cours de leur emploi industriel. Les gels examinés au cours des travaux résumés dans la présente Note sont, les uns des catalyseurs industriels, les autres des gels préparés par nos soins selon une méthode antérieurement décrite par de Mourgues et deux d'entre nous (2). Pour chaque gel, nous avons préparé une série d'échantillons par chauffage isotherme de 30 mn dans l'air à des tempé-

ratures comprises entre 375 et 1035° C. Sur les solides ainsi obtenus nous avons effectué des mesures de surface spécifique par la méthode B. E. T. [3] et des tests d'activité. Ceux-ci consistent à réaliser la décomposition du cumène en benzène et propène à 375° dans un « réacteur différentiel » inspiré de celui de Prater et Lago [4]. L'activité est exprimée en centimètres cubes de propène engendré par minute. D'autre part, chaque gel est soumis à l'analyse thermique différentielle en montée linéaire de température de 9°/mn.

Ainsi que de Mourgues [5], après d'autres auteurs, l'avait constaté, il faut porter ces gels à plus de 700 ou 750° pour provoquer une diminution de leur surface spécifique assez importante pour avoir des conséquences néfastes sur toute propriété interfaciale, donc sur leur activité catalytique. Le tableau I confirme qu'il en est de même pour les catalyseurs industriels examinés au cours du présent travail en donnant pour l'un d'eux les variations de la surface spécifique S_p en fonction de la température T du traitement préalable.

TABLEAU I.

T(°C)	20	372	450	565	630	675	750	875	1035
S_p(m²/g)	450	510	592	545	515	500	457	335	< 10

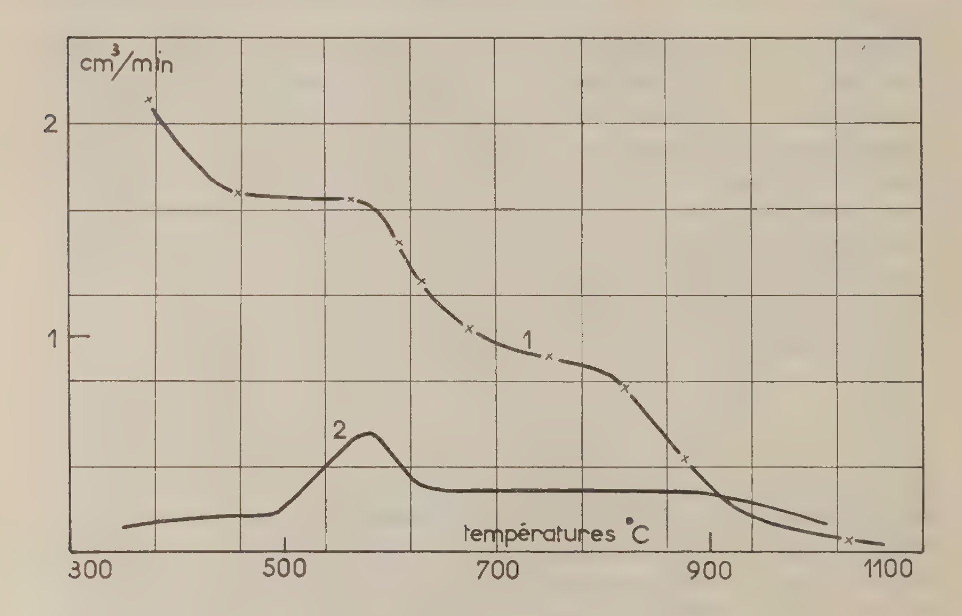
Par contre, l'activité catalytique, qui demeure pratiquement constante pour des échantillons traités auparavant à des températures comprises entre 450 et 550-580°, subit une première diminution brutale aux alentours de 600° et une seconde vers 800° comme le montre la courbe 1 de la figure 1 relative aux échantillons ayant fait l'objet des mesures de surface du tableau I. Il est clair que la dégradation de la texture poreuse n'est responsable que de la seconde baisse d'activité, mais non de la première.

Sur les courbes d'analyse thermique différentielle des mêmes gels (dont l'une est reproduite sur la figure 1, courbe 2) s'observe un pic exothermique dont le maximum, dans l'exemple cité, se situe vers 580°, donc sensiblement à la température où l'activité du gel commence à décroître. Cette transformation est irréversible. Elle se produit à des températures quelque peu différentes selon leur composition et leurs conditions d'élaboration, pour les gels préparés par nos soins comme pour certains catalyseurs industriels. Dans le même domaine de température, la conductibilité électrique des échantillons présente également des variations brutales.

Cette transformation irréversible n'est accompagnée d'aucune modification des caractères structuraux des gels. Ceux-ci peuvent être portés jusqu'à 700° sans perdre, à la diffraction X, leur caractère de solide amorphe. Il faut chauffer les échantillons à 770° au moins pour voir apparaître, de manière assez inattendue, une dizaine de raies de la cristobalite α.

Au cours des tests d'activité, nos échantillons s'encrassent et doivent être régénérés par l'air au bout d'un certain temps. Lorsque nous effectuons cette régénération à 450°, le catalyseur retrouve 95 % de son activité initiale, alors que si nous opérons à 600°, il n'en retrouve que 78 %.

Il est donc clair que la baisse permanente d'activité dont font preuve tous les catalyseurs de craquage constitués par des gels mixtes silice-alumine, n'a pas pour cause un effondrement de la texture poreuse qui



ne peut se produire qu'à des températures nettement plus élevées. L'action éventuelle de l'une ou l'autre des phases gazeuses mises alternativement au contact de ces catalyseurs en cours d'emploi et de régénération ne peut être écartée. Mais il est évident que tout traitement thermique ayant pour effet de provoquer la transformation exothermique irréversible qui n'avait pas été signalée jusqu'ici, entraîne une baisse sensible et permanente de l'activité des catalyseurs de ce type dans la dégradation des hydrocarbures.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) RIES, *Advances in Catalysis*, 4, 1952, p. 87; OBLAD, MILLIKEN et MILLS, *ibid*, 3, 1951, p. 230; BARRETT, SANCHEZ et SMITH, *ibib.*, 9, 1957, p. 551; GRAY, *J. Phys. Chim.*, 61, 1957, p. 1341.

(2) TRAMBOUZE, DE MOURGUES et PERRIN, *Comptes Rendus*, 233, 1951, p. 1770.

(3) BRUNAUER, EMMETT et TELLER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 309.

(4) PRATER et LAGO, *Advances in Catalysis*, 8, 1956, p. 293.

(5) DE MOURGUES, *Thèse*, Lyon, 1956, p. 30 et 37.

PHYSIQUE DES MÉTAUX. — *Décoration des lignes de dislocations par les précipités dans un alliage aluminium-cuivre à 4 % vieilli à 250° C.* Note (*) de M. **Pierre A. Jacquet**, Mme **Adrienne R. Weill** et M. **Jean Calvet**, transmise par M. Georges Chaudron.

On a pu saisir, dans l'alliage revenu 15 mn à 250° C après trempe, le début de la précipitation de la phase Al_2Cu (θ') décorant les joints de grains, les lignes de glissement et les sources multiplicatrices de dislocations. Le calcul montre que les contraintes de trempe dépassent légèrement la limite d'élasticité.

On a examiné au microscope optique équipé du contraste interférentiel à deux ondes polarisées [1] des échantillons d'alliage aluminium-cuivre à 4 % de haute pureté (cuivre O. F. H. C., aluminium contenant seulement 0,0015 % de fer et 0,0025 % de silicium).

Après laminage de l'alliage homogénéisé les plaquettes de $15 \times 15 \times 1,9$ mm sont traitées 1 h à $540 \pm 0,5°$ C, puis trempées à l'eau à 25° C. Ces échantillons ne subissent aucune déformation avant ou après les revenus effectués à $250 \pm 0,1°$ C pendant des durées variant entre 15 mn et 25 h, et arrêtés à l'huile.

Une face de chaque plaquette est abrasée doucement sur les papiers potée d'émeri arrosés d'eau, puis polie électrolytiquement avec la technique du tampon [2].

La précipitation est déjà visible après le revenu de 15 mn, mais elle n'est pas généralisée. Les lieux privilégiés sont les contours des grains (*fig.* 1 et 2), les glissements isolés ou en bandes (*fig.* 2), enfin des figures généralement concentriques formées d'arcs de cercle (*fig.* 1), de boucles complètes (*fig.* 3), ou de demi-cercles (*fig.* 4). Parfois les arcs s'enroulent en spirale (*fig.* 1).

On reconnaît dans ces figures les représentations schématiques [3] ou les confirmations expérimentales antérieures [4] des sources multiplicatrices de dislocations.

Un calcul approché de la contrainte exercée par l'ensemble des boucles des figures 3 et 4 est possible à partir de la formule

$$\sigma = \frac{\mu b}{2} \sum_{i}^{n} \frac{1}{l_i},$$

où μ est le module de cisaillement, b le vecteur de Burgers et l_i le rayon des boucles concentriques. En prenant les constantes de l'aluminium on trouve dans les deux cas des valeurs de σ légèrement supérieures à 0,5 kg/mm², tandis que la limite d'élasticité de l'aluminium pur, à grosseur de grain égale, serait de l'ordre de 0,4 kg/mm² [5].

Compte tenu du fait qu'il s'agit d'un alliage à 4 % de cuivre un meilleur accord ne pouvait être escompté. On en conclut que les contraintes de trempe ont dépassé de peu la limite d'élasticité activant ainsi les sources multiplicatrices de dislocations qui ont été, comme les autres défauts du réseau, les premières à être décorées du précipité.

Des examens aux rayons X sur pointes usinées électrolytiquement ont confirmé la nature du précipité : la phase Al_2Cu (θ') qui à la température de 250° C se forme directement à partir de la solution solide ([6]). En outre la cinétique de son évolution a été déterminée par des mesures de paramètre. On trouve ainsi un très sensible appauvrissement en cuivre de la solution solide après 1 h à 250° C et la valeur finale du paramètre est acquise après 3 h à la même température.

Dans des alliages de même nature, mais de teneur en cuivre différente, souvent faiblement déformés par traction avant ou après vieillissement à 190° C ([7]), ([8]), il avait été déjà observé des dispositions très fragmentaires attribuées par les auteurs à la présence de sources de dislocations. Cependant les photomicrographies étaient obtenues au microscope électronique à un grossissement au moins 6 fois supérieur à celui utilisé ici. Au contraire, dans le cas du silicium décoré au cuivre ([3]) l'observation correspondait à un grossissement 15 fois moindre que le nôtre.

De telles variations d'échelle prouvent la généralité des lois commandant ces phénomènes.

Notons également le rapprochement qui s'impose entre les configurations décrites ici et celles précédemment signalées dans un alliage plus complexe (laiton β à l'aluminium) ([2]).

Un exposé plus détaillé de ces expériences sera publié ailleurs.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

([1]) G. Nomarski et Mme A. R. Weill, *Bull. Soc. franç. Minér. Crist.*, 77, 1954, p. 840; *Rev. Métallurgie*, 52, 1955, p. 121.

([2]) P. A. Jacquet, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 2068.

([3]) F. C. Frank et W. T. Read, *Phys. Rev.*, 79, 1950, p. 722.

([4]) W. C. Dash, *J. Appl. Phys.*, 27, 1956, p. 1193.

([5]) B. Jaoul, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1952.

([6]) R. Graf, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1955.

([7]) H. Wilsdorf et D. Kuhlmann-Wilsdorf, dans *Defects in Crystalline Solids*, Éd. The Physical Society, Londres, 1955, p. 175.

([8]) G. Thomas et J. Nutting, dans *The Mechanism of Phase Transformation in Metals*, Éd. The Institute of Metals, Londres, 1956, p. 57.

([9]) P. A. Jacquet, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1799; Mme A. R. Weill et P. A. Jacquet, *Ibid.*, 239, 1954, p. 1801.



Fig. 1.— Joints de grains et lignes de dislocations circulaires ou en spirale décorés de précipités (G × 1000).

Fig. 2. — Joint de grain et bande de glissements parallèles décorés de précipité (G × 2500).



Fig. 3 — Une source multiplicatrice de dislocations photographiée, à quelques degrés près, dans son plan (G × 3000).



Fig. 4. — Une autre source multiplicatrice, dont une moitié seulement apparaît (G × 2500).

MÉTALLOGRAPHIE. — *Étude de l'influence de la température de vieillissement sur la précipitation du carbone dans le fer pur, par mesure de résistivité électrique aux très basses températures.* Note de M. **Bernard Migaud**, transmise par M. Georges Chaudron.

Dans une Note précédente (¹) nous avions montré que la résistivité électrique aux très basses températures permettait de mettre en évidence une forme particulière de la précipitation du carbone dissous dans le fer α, après un vieillissement à 67°C. Nous montrons que, pour des températures de vieillissement plus élevées, la précipitation s'effectue en deux stades; ce phénomène est particulièrement net au voisinage de 150°C.

Les échantillons de fer pur électrolytique utilisés contiennent 0,075 % de carbone total, introduit par cémentation. Un recuit à 720° C suivi d'une trempe à l'eau permet de maintenir 0,020 % de carbone en solution solide de fer α et d'étudier le vieillissement dans les mêmes conditions de sursaturation.

Lorsque la précipitation est étudiée à 67° C, le rapport $\rho = R_{H_2}/R_{N_2}$ des résistivités dans l'hydrogène et l'azote liquides atteint une valeur voisine de 0,240; un écrouissage après trempe accélère la précipitation et nous avons vérifié la cinétique en $\exp(-At^{2/3})$ prévue par A. H. Cottrell et B. A. Bilby (²), pour un allongement au moins égal à 1 %; l'écrouissage ne modifie pas la valeur limite vers laquelle on tend et celle-ci reste constante — dans la limite des erreurs — même si le vieillissement est prolongé jusqu'à deux mois à 67° C.

Pour des températures de vieillissement plus élevées, l'allure de la courbe représentative de ρ en fonction du temps est différente (*fig.* 1); on observe d'abord une variation rapide de la résistivité jusque vers $\rho = 0,240$, puis une décroissance plus lente; ce phénomène est particulièrement net au voisinage de 150° C. D'autre part, la valeur de la résistivité tend vers celle du fer pur électrolytique ne contenant pas de carbone dissous.

Il semble donc que la précipitation, à température relativement élevée, s'effectue en deux stades caractérisés par une cinétique différente; on remarquera que le passage d'une cinétique à l'autre apparaît pour une ordonnée assez voisine de la valeur obtenue après un vieillissement à 67° C.

Une représentation à plus grande échelle de la variation de ρ dans la première partie du phénomène ($0,450 < \rho < 0,240$) permet de déterminer la chaleur d'activation avec une précision acceptable; on trouve ainsi $Q = (19\,300 \pm 1000)$ cal/mole pour les échantillons vieillis sans écrouissage et $(19\,400 \pm 2\,000)$ cal/mole pour ceux qui ont été allongés

de 1 % après trempe; cette valeur est précisément la chaleur d'activation pour la diffusion du carbone dans le fer α. Ceci indique donc que, dans le domaine de rapport des résistivités envisagé, et pour les températures élevées, la cinétique est la même que pour le vieillissement à 67° C, ce qui expliquerait que la transition entre les deux stades de précipitation apparaisse justement pour $\rho \sim 0{,}240$.

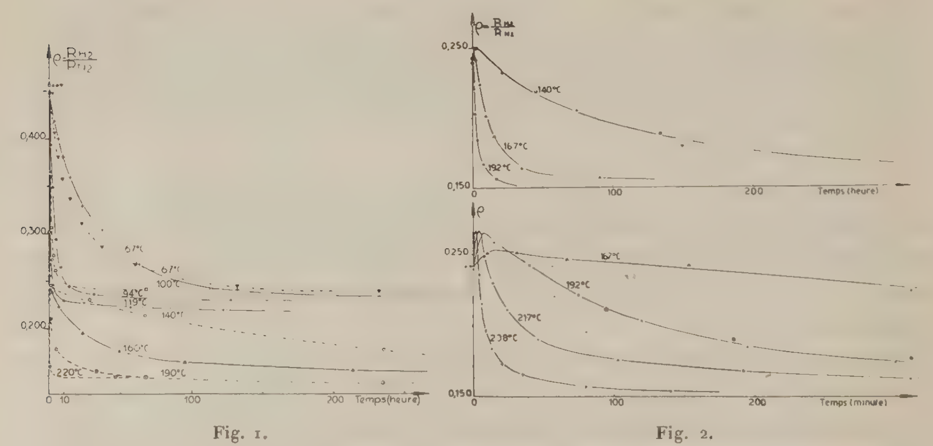


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Influence de la température de vieillissement sur la variation de la résistivité.
——— Après trempe à 720° C;
------ Après trempe à 720° et allongement de 1 %.

Fig. 2. — Variation de la résistivité après un vieillissement préliminaire de deux mois à 67° C.

Afin d'étudier dans des conditions identiques le deuxième stade de la précipitation, cinq échantillons ont été trempés à l'eau depuis 720° C, vieillis 2 mois à 67° C, puis portés respectivement à 140, 167, 192, 217 et 238° C (*fig.* 2). Au début de l'évolution on note une augmentation sensible du rapport des résistivités qui indiquerait probablement une redissolution de la phase précipitée à 67° C. D'autre part, on constate que les courbes de décroissance de ρ, obtenues après un vieillissement préliminaire à 67° C, se superposent sensiblement à celles obtenues après un vieillissement direct à température élevée (*fig.* 3); ainsi, quelle que soit la température qui nous permette de faire passer ρ de 0,450 à 0,240, la cinétique de la seconde partie de la précipitation semble être la même.

Pour cette seconde phase de la précipitation la chaleur d'activation calculée d'après la figure 3 est (22 000 ± 2 000) cal/mole (*fig.* 4); cette phase est donc, elle aussi, sous la dépendance de la diffusion du carbone; nous pensons qu'il s'agit d'un phénomène de coalescence.

En conclusion, la mesure de la résistivité électrique aux très basses températures nous a permis de mettre en évidence deux stades dans la

précipitation du carbone à partir d'une solution solide sursaturée de fer α; toutefois, ce phénomène n'est bien marqué que pour des températures de vieillissement relativement élevées; c'est ainsi qu'à 67° C, nous n'avons pu observer que le premier stade; il faudrait, en effet, prolonger le vieillissement pendant environ trois années pour que la résistivité atteigne la

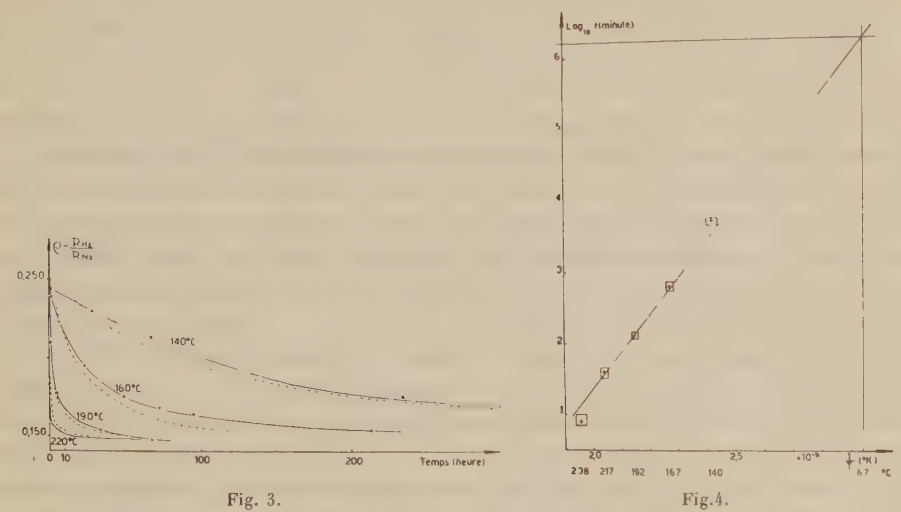


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3. — Variation de la résistivité, au cours de la deuxième phase de la précipitation.
——— Vieillissement direct à la température indiquée, après la trempe à l'eau (*fig.* 1);
------ Après un vieillissement préliminaire à 67° C (*fig.* 3).

Fig. 4. — Détermination de la chaleur d'activation, dans le cas de la figure 3 (t est le temps nécessaire pour que ρ atteigne la valeur 0,200).

valeur 0,200 (*fig.* 4). Le premier stade est rapide et doit correspondre à une précipitation fine; la formation de ce type de précipitation coïncide avec la variation importante des caractéristiques mécaniques au cours du vieillissement [3]; le second stade est beaucoup plus lent et nous l'attribuons à un phénomène de coalescence que nous nous proposons de confirmer par la micrographie électronique.

([1]) B. MIGAUD et M. WINTENBERGER, *Comptes rendus*, **246**, 1958, p. 425.
([2]) A. H. COTTRELL et B. A. BILBY, *Proc. Phys. Soc.*, A, **62**, 1949, p. 49.
([3]) B. MIGAUD et J. TALBOT, *Comptes rendus*, **244**, 1957, p. 1771; **245**, 1957, p. 2282.

(*Laboratoire de Vitry du C. N. R. S*)

CHIMIE MACROMOLÉCULAIRE. — *Conditions de fixation dans un solvant de l'oxyde d'éthylène sur la cellulose.* Note (*) de M. **Jean Quinchon**, transmise par M. Paul Pascal.

La condensation de l'oxyde d'éthylène sur la cellulose a été étudiée en solution à différentes températures en fonction du choix du solvant et du mode d'addition de la soude.

La réaction de l'oxyde d'éthylène sur l'alcali-cellulose a déjà été étudiée par de nombreux auteurs, entre autres Sönnerskog (6) et Fournier (1). Nous avons cherché à préciser les conditions opératoires de cette réaction, en vue d'élucider le mécanisme de la fixation. L'étude a été effectuée en solution, avec un très grand excès d'oxyde d'éthylène pour pouvoir en étudier la cinétique, et la comparer avec celle de la condensation de l'oxyde d'éthylène sur l'eau et les alcools (2), (3).

Mode opératoire. — L'alcali cellulose est préparée à partir de coton-linters par trempage de 1 h dans la soude aqueuse à 20 %, suivi d'un essorage à un degré de pressage voisin de 2,6. Après réaction sur une solution d'oxyde d'éthylène préparée à l'avance, dont la concentration a été déterminée d'après Miller (7), le produit obtenu fortement coloré en général, est purifié par dissolution dans l'acide acétique glacial et reprécipitation par l'acétate d'éthyle (opération répétée jusqu'à obtention d'un taux de cendres inférieur à 1 %).

Le nombre de molécules d'oxyde d'éthylène fixées par groupe glucose, ou « module de substitution » (M. S.) est mesuré par le dosage alcoxylique de Morgan (8) qui nous a donné une précision de l'ordre de 3 %.

Influence de la concentration en oxyde d'éthylène. — Nous avons vérifié, dans une série de réactions à 49° C en milieu acétonique, que le module de substitution est proportionnel à la concentration en oxyde d'éthylène dans la solution utilisée : c'est une réaction d'ordre zéro, ce qui indiquerait que c'est la diffusion du réactif dans l'édifice cellulosique qui commande la vitesse de réaction, du moins à cette température.

Influence de la durée de réaction. — 1. *Réactions à basse température.* — Une série de réactions effectuées à la température de — 7° C en solution dans l'éther de pétrole, nous a montré que le module de substitution augmente régulièrement avec le temps pour tendre vers une limite voisine du monoéther.

Durée de réaction......	1 jour.	3 jours.	5 jours.	7 jours.	1 mois.
M. S..................	0,13	0,57	0,90	1,03	0,93

Concentration de la solution : 95 g/l C_2H_4O.

Proportions réactionnelles : 4 g de cellulose pour 400 cm³ de solution.

2. *Réactions à température moyenne.* — D'une manière générale, une élévation de température accélère la réaction : en solution acétonique, à une concentration de 50 g/l, pour obtenir un M. S. voisin de 0,90, il faut : 18 h à 32° C, 7 h à 40° C, 4 h 30 à 48° C.

INFLUENCE DU SOLVANT. — Le solvant utilisé joue un rôle important dans la réaction : nous avons noté en effet des différences sensibles selon le solvant choisi.

1. *A basse température.* — La fixation se fait facilement dans l'éther de pétrole, mais n'a pas lieu du tout dans l'acétone ou la diméthylformamide : après 7 jours à — 7° C, dans une solution acétonique à 160 g/l, le module de substitution obtenu ne dépasse pas 0,09 (résultat déjà obtenu au bout de 24 h).

2. *A température moyenne.* — La différence entre l'acétone et l'éther de pétrole diminue au fur et à mesure de l'élévation de la température de réaction : au-dessus de 40° C, l'acétone est seule utilisable, et donne d'excellents résultats :

— après 16 h vers 20° C : M. S., 0,16 dans l'acétone à 140 g/l; M. S., 0,94 dans l'éther de pétrole à 96 g/l;

— après 8 h à 40° C : M. S., 0,51 dans l'acétone à 140 g/l; M. S., 0,67 dans l'éther de pétrole à 96 g/l;

— après 3 h à 49° C : M S., 0,81 dans l'acétone à 52 g/l.

Par contre, la fixation dans la diméthylformamide reste impossible même à la température de 70° C (M. S., 0,08 après 3 h).

INFLUENCE DE LA SOUDE. — 1. *Réaction sur la cellulose mercerisée.* — L'oxyde d'éthylène ne se fixe absolument pas sur la cellulose mercerisée, c'est-à-dire gonflée par la soude, puis débarrassée complètement de celle-ci par neutralisation. Le rôle de la soude ne serait donc pas simplement de faciliter la pénétration de l'oxyde d'éthylène par un gonflement de la fibre.

2. *Réaction sur la cellulose en présence de soude.* — Au contraire, si l'on fait réagir l'oxyde d'éthylène, en solution, sur de la cellulose « activée » (c'est-à-dire traitée successivement par l'eau, l'alcool et le tétrachlorure de carbone), en ajoutant au dernier moment une quantité mesurée de soude, il y a une fixation notable. Mais cette condensation est beaucoup plus longue qu'avec l'alcali-cellulose.

Exemple. — En solution éther de pétrole 96 g/l, la cellulose activée donne M. S., 0,39 après 17 h de réaction à 40° C.

Nous avons remarqué d'ailleurs que cette fixation est pratiquement impossible à froid : à — 7° C, au bout de 7 jours, on ne dépasse pas M. S., 0,10, et qu'à chaud, elle est meilleure en solution acétonique (nous avons pu obtenir un produit M. S., 0,94). D'autre part, une quantité de soude très faible, nettement inférieure à celle portée par l'alcali-

cellulose est suffisante : un excès gêne, au contraire, la fixation de l'oxyde d'éthylène, car il favorise préférentiellement les réactions secondaires sur l'eau. De même, si la soude est ajoutée à l'avance dans l'acétone, la fixation est nettement moins bonne. Enfin, l'addition de soude méthanolique ne permet pas cette réaction. L'eau est donc également indispensable [résultat semblable pour les alcools ([6])].

Conclusion. — La soude participe donc directement à la réaction de fixation de l'oxyde d'éthylène sur la cellulose. Pour qu'il y ait condensation sur la cellulose, comme d'ailleurs sur l'eau et les alcools, il faut une molécule de soude présente à l'endroit même de la condensation. Ce n'est pas la molécule $CH_2—CH_2$ (pont O) qui réagit, mais sans doute une forme intermédiaire $\bar{O}—CH_2—CH_2—OH$ qui n'existe qu'au voisinage des ions OH^- de la soude de la même manière que dans la réaction de l'oxyde d'éthylène sur l'eau et les alcools [*voir* ([3])].

(1) $$\underset{\diagdown O \diagup}{CH_2—CH_2} + OH^- \rightarrow \bar{O}—CH_2—CH_2OH$$ (réaction lente),

(2) $$\text{Cell—OH} + \bar{O}—CH_2—CH_2OH \rightarrow \text{Cell—O—}CH_2CH_2OH + OH^-$$ (réaction rapide).

La réaction se ferait donc en trois stades :

— Diffusion de l'oxyde d'éthylène dans les fibres qui, à température moyenne, conditionne la vitesse de réaction et sur laquelle le choix du solvant influe fortement : l'acétone, miscible à la soude aqueuse, porte l'oxyde d'éthylène au cœur même de la fibre, mieux que l'éther de pétrole;

— Formation d'un ion intermédiaire actif à la rencontre des OH^-, d'après l'équation (1). C'est, d'après Ingold, une réaction nucléophile « SN 2 » qui est défavorisée par un solvant polaire, comme l'acétone, et dont la vitesse est fortement diminuée à basse température; ce stade devient alors prépondérant, ce qui explique les résultats obtenus à — 7° C, en particulier l'impossibilité d'obtenir une fixation importante soit en milieu acétonique, soit en l'absence d'alcali-cellulose;

— Réaction de cet ion intermédiaire actif sur les OH de la cellulose d'après l'équation (2), parallèlement d'ailleurs avec celle sur ceux de l'eau, ce qui limite fortement le rendement, surtout aux températures élevées.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) P. L. E. Fournier, *Ann. Chim.*, 7, 1952, p. 75.

(2) H. Hibbert, *Canad. J. Research*, 8, 1953, p. 102.

(3) C. K. Ingold, *Structure and Mechanism in Organic Chemistry*, New-York, 1953, p. 341 et suiv.

(4) Miller, *Analyst.*, 76, 1951, p. 187-248.

(5) P. W. Morgan, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 18, 1946, p. 500.

(6) S. Sönnerskog, *Some Ethers of Cellulose and Starch*, Domsjö, 1952

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de l'équilibre entre l'iode et l'iodure de strontium dans les solutions aqueuses.* Note (*) de M. **Paul Sakellaridis**, présentée par M. Louis Hackspill.

L'étude de l'équilibre entre l'iode et l'iodure de strontium dans les solutions aqueuses, effectuée par la méthode des variations continues appliquée à la spectrophotométrie montre que dans les solutions diluées il se forme le polyiodure $(I_3)_2Sr$ dont la constante de dissociation est égale à $K_{(25°)} = 1,3.10^{-3}$.

La solubilité élevée de l'iode dans les solutions aqueuses des iodures est due à la formation des polyiodures. Le phénomène a été notamment étudié dans le cas des iodures alcalins. Dans deux travaux antérieurs ([1]), ([2]) j'ai donné les résultats concernant l'étude du phénomène dans le cas des iodures de calcium et du baryum. On trouvera ici les résultats relatifs au strontium. Berzelius ([3]), le premier, a signalé la solubilité élevée de l'iode dans les solutions aqueuses de I_2Sr. J. Meyer ([4]) a par la suite mesuré cette solubilité et il l'a trouvée égale à 0,6616 g de I_2 par litre d'une solution aqueuse 10 % de I_2Sr (à 13,5°C), c'est-à-dire environ 245 fois plus élevée que celle de l'iode dans l'eau pure de même température. On doit donc s'attendre à la formation d'un ou plusieurs polyiodures du strontium. En ce qui concerne la formule du polyiodure formé, des travaux antérieurs aboutissent à des résultats non concordants. Pour élucider ce problème j'ai étudié l'équilibre entre I_2 et I_2Sr dans des solutions aqueuses par la méthode des variations continues appliquée à la spectrophotométrie, méthode qui permet en principe de constater si un seul ou plusieurs polyiodures se sont formés dans la solution et de déterminer dans le cas d'un seul polyiodure la formule chimique de ce dernier et la constante K de l'équilibre qui conduit à sa formation. Dans ce but j'ai étudié les spectres d'absorption ultraviolets de mélanges provenant des solutions équimoléculaires de I_2 et de I_2Sr dans le domaine de concentration de 10^{-6} M à 10^{-3} M et pour différentes longueurs d'onde comprises entre 2 600 et 5 000 Å. [Les mélanges étudiés ont été constitués avec x cm³ de la solution de I_2Sr et $(1-x)$ cm³ de la solution de l'iode.]

Cette étude a montré que dans tous les cas, les courbes expérimentales $D = f(x)$ présentent un seul maximum dont la valeur X_M n'est pas stable mais varie avec la concentration des solutions. Ce déplacement du maximum montre que les solutions primitives de I_2 et I_2Sr ne sont pas équimoléculaires vu leur relation moléculaire dans la réaction d'équilibre. J'ai ensuite étudié les mélanges provenant de solutions équimoléculaires en I_2 et I^-. Les courbes $D = f(x)$ obtenues par ces solutions montrent de même un seul maximum qui ne se déplace pas avec la concentration des solutions et dont la valeur est égale à 0,5. La figure 1 représente une série de courbes $D = f(x)$. Les

courbes (1-5) correspondent à des solutions de concentration $0,5.10^{-3}$ M (en I_2 et I^-) et à des longueurs d'onde 2900, 2850, 2800, 3600, 2700 et 3200 Å

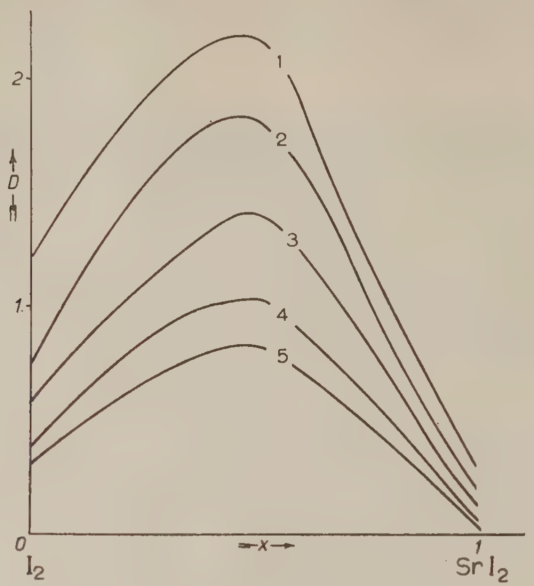


Fig. 1. — Courbes $D = f(x)$ de solutions équimoléculaires en I_2 et I_2Sr. Concentration des solutions $0,5.10^{-3}$ M.

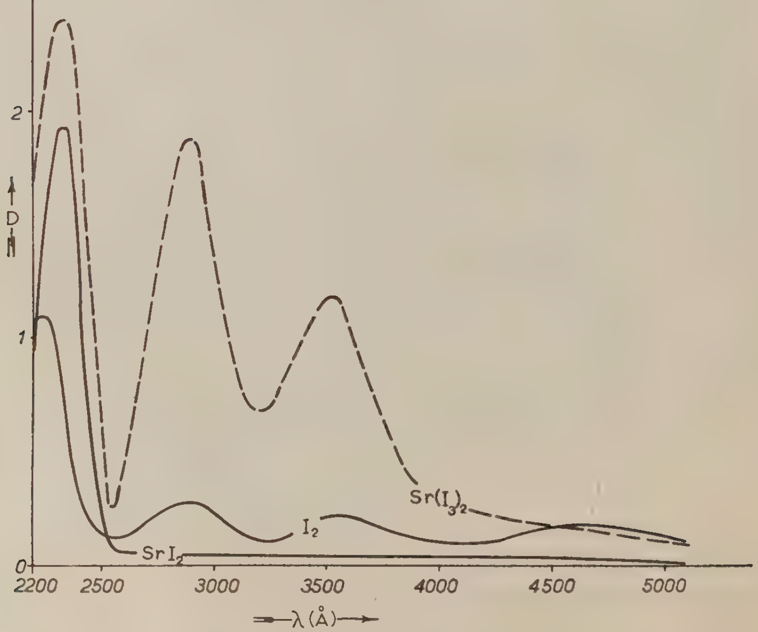


Fig. 2. — Courbes $D = f(x)$ des solutions de $I_2 I_2Sr$ et $(I_3)_2Sr$. Concentration des solutions $0,25.10^{-3}$ M.

respectivement. La figure 2 représente les courbes $D = f(\lambda)$ pour les solutions primitives d'une part et pour leur mélange équimoléculaire d'autre part. La concentration des solutions est égale à $0{,}25.10^{-3}$ M et la longueur d'onde varie de 2 200 à 5 000 Å (épaisseur du liquide traversé 1 cm).

Étant donné que $X_M = 0{,}5$ il en résulte que dans la réaction d'équilibre $m I_2 + n I^- \rightleftharpoons I^-_{2m+n}$ on aura $m = n$. Par conséquent la réaction d'équilibre qui a lieu doit être

$$I_2Sr + 2I_2 \rightleftharpoons (I_3)_2Sr.$$

La constante d'équilibre a été déterminée d'après les relations suivantes. Si x, x' représentent respectivement la composition des deux mélanges ayant la même valeur de densité optique D et par conséquent la même concentration (Z) en polyiodure on doit avoir

$$Z = \frac{\rho\Gamma}{(\rho - 1)}[1 - (x + x')] \qquad \text{et} \qquad K = \frac{[\Gamma(1 - x) - Z][\rho\Gamma x - Z]}{Z}$$

(Γ, Γ' étant la concentration des solutions de I_2 et I_2Sr respectivement et $\rho = \Gamma/\Gamma'$).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

x.	x'.	Γ.	Γ'.	e.	Z.	$K_{(25^\circ)}$.
0,447	0,456	10^{-3}	2.10^{-3}	2	$0{,}194.10^{-3}$	$1{,}29.10^{-3}$
0,240	0,589	$0{,}2\ .10^{-3}$	2 »	10	0,038 »	1,32 »
0,342	0,618	0,05 »	0,25 »	5	0,002 »	1,29 »
0,361	0,543	0,25 »	10^{-3}	4	0,032 »	1,31 »
0,309	0,541	0,5 »	2.10^{-3}	4	0,10 »	1,27 »
0,337	0,563	0,2 »	10^{-3}	5	0,025 »	1,33 »
0,312	0,506	0,25 »	2.10^{-3}	8	0,052 »	1,32 »
0,234	0,361	10^{-3}	10^{-2}	10	0,45 »	1,32 »
0,210	0,506	$0{,}5\ .10^{-3}$	5.10^{-3}	10	0,158 »	1,33 »
0,428	0,508	0,1 »	0,5 »	5	0,008 »	1,28 »
0,314	0,371	2,5 »	10^{-2}	4	1,05 »	1,32 »
0,203	0,573	0,2 »	3.10^{-3}	15	0,048 »	1,30 »
0,426	0,594	0,25 »	0,125 »	0,5	0,005 »	1,33 »
0,210	0,610	0,1 »	2 »	20	0,019 »	1,31 »

On déduit de ces résultats que la valeur moyenne de la constante K est égale à $K_{25^\circ} = 1{,}308.10^{-3}$.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) P. Sakellaridis, *Bull. Soc. Chim.*, 1958, p. 282.

(2) P. Sakellaridis, *Chimica Chronica.* No special décembre 1957, p. 47.

(3) Berzelius, *Pogg. Ann.*, 19, 1830, p. 296.

(4) J. Meyer, *Z. anorg. Chem.*, 30, 1902, p. 113.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des amines sur le bis-(chlorométhyl)-2.2′ tétraméthoxy-4.5.4′.5′ biphényle. Synthèse de dérivés N-substitués du tétraméthoxy-2.3.9.10 dibenzo (c.e) dihydro-5.6 azépine.* Note (*)

de Mme **Élisabeth Matarasso-Tchiroukhine** et M. **Raymond Quelet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Réagissant sur des amines primaires, le bis-(chlorométhyl)-2.2′ tétraméthoxy-4.5.4′.5′ biphényle a donné uniquement la réaction de cyclisation qui engendre un dérivé N-substitué du tétraméthoxy-2.3.9.10 dibenzo (*c.e*) dihydro-5.6 azépine. Par un processus analogue, on obtient, avec une amine secondaire, le sel de dibenzo (*c.e*) azépinium correspondant.

Du fait de leur configuration, les dérivés bis-(halogénométhylés)2.2′ du biphényle se prêtent à des réactions de cyclisation conduisant à des composés renfermant trois cycles condensés. C'est ainsi que le bis-(chlorométhyl)-2.2′ tétraméthoxy-4.5.4′.5′ biphényle réagissant sur le malonate d'éthyle sodé donne uniquement le diester à noyau dibenzocycloheptadiénique [1]. De même, par action des amines primaires sur le bis-(bromométhyl)-2.2′ biphényle, il a été préparé toute une série de dérivés N-substitués du dibenzo (*c.e*) dihydroazépine [2]. C'est une extension de cette réaction que nous avons envisagée en étudiant l'action du bis-(chlorométhyl)-2.2′ tétraméthoxy-4.5.4′.5′ biphényle sur deux amines primaires : l'aminoéthanol et la cyclohexylamine, sur quelques amines secondaires : diéthylamine, pipéridine et morpholine, et enfin sur l'ammoniac.

1. *Action des amines primaires.* — La réaction est effectuée en chauffant le dérivé bis-(chlorométhylé) (I) avec l'amine avec ou sans solvant. Même avec un grand excès d'amine primaire le dérivé du dibenzoazépine s'obtient avec un excellent rendement.

(I) (II) [(III) R = cyclohexyle]

(II*a*) R = $CH_2—CH_2OH$,
(II*b*) R = $CH_2—CH_2—Cl$,
(II*c*) R = Cyclohexyle.

Avec la monoéthanolamine on obtient ainsi le *N-éthylol tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépine* (II *a*), cristaux avec 1/2 H_2O, F 186-187° [3]. Traité par le chlorure de thionyle en milieu benzénique, il conduit au dérivé N-(ω-chloroéthylé) correspondant (II *b*) isolé sous forme de chlorhydrate, paillettes jaune pâle, F 178-179°.

Par action de (I) sur la N-cyclohexylamine on prépare aisément le *N-cyclohexyl tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépine* (II *c*) qui cristallise dans le méthanol (paillettes blanches, F 92°) avec 1 mol d'alcool qu'il perd à la fusion. Il réagit en solution alcoolique sur ICH_3 pour donner l'*iodure de méthyl-hexyl-azépinium* correspondant (III), F 233-234°. Ce dernier, ainsi que les azépines décrits, donnent très aisément des picrates jaunes bien cristallisés.

2. *Action des amines secondaires.* — Comme dans le cas des amines primaires, le dérivé bis-(chlorométhylé) ne réagit que sur une seule molécule d'amine et l'on isole avec un rendement d'environ 60 % les chlorures d'azépinium correspondants.

(IV *a*) X = Cl,
(IV *b*) X = ion picrate;

(V *a*) X = Cl,
(V *b*) X = ion picrate;

(VI *a*) X = Cl,
(VI *b*) X = ion picrate;

(VII)

Ces sels sont incolores, très solubles dans l'eau et dans l'alcool. Traités

en solution alcoolique par l'acide picrique, ils donnent les picrates correspondants qui précipitent sous forme de cristaux jaunes.

Avec la diéthylamine, nous avons obtenu ainsi le *chlorure de N-N-diéthyl tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépinium* (IV *a*) aiguilles (éther-alcool) retenant 2 H_2O, F 285-286°; picrate (IV *b*), F 234-236°.

Les amines secondaires cycliques, pipéridine et morpholine, ont donné respectivement les chlorures d'*aza-spiro pipéridino tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépinium* (V *a*), F 315-316° et le *chlorure d'aza-spiro* (*morpholino*) *tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépinium* (VI *a*), cristaux avec 1/2 HCl (alcool), F 168°.

3. *Action de* NH_3. — Il est intéressant de signaler qu'en traitant une solution chaude du dérivé dichlorométhylé (I) par un courant de gaz ammoniac, nous avons obtenu le *chlorure d'aza-spiro* (*bis-tétraméthoxy*-2.3.9.10 *dibenzo* (*c.e*) *dihydro*-5.6 *azépinium*) (VII), résultant de l'action d'une deuxième molécule du dichlorure (I) sur l'azépine formé dans un premier stade. Le picrate correspondant s'obtient sous forme d'aiguilles jaunes, F 306-307°.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) R. Quelet et Mme E. Matarasso-Tchiroukhine, *Comptes rendus*, **242**, 1956, p. 918.

(2) W. Wenner (Hoffman-La-Roche Inc.), U.S.P. n° **2.619.484**, 25 novembre 1952.

(3) Une description plus détaillée des composés obtenus, ainsi que les analyses correspondantes, seront données dans un autre périodique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des di-esters mixtes de l'acide orthophosphorique.* Note de MM. **Jean Cheymol**, **Pierre Chabrier**, **Mohamed Selim** et **Pierre Leduc**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les tri-esters diméthyl-alcoyl (ou aryl) orthophosphoriques réagissent sur la triméthylamine pour conduire à des méthyl-alcoyl ou méthyl-aryl phosphates de tétraméthylammonium. L'ion tétraméthylammonium peut être éliminé, soit à l'aide de résines « échangeuses d'ions », soit par double décomposition.

Dans une Note précédente [1], nous avons indiqué une nouvelle méthode de préparation des di-esters symétriques (I) de l'acide orthophosphorique comportant trois étapes.

Dans cette Note, nous décrirons la préparation de di-esters mixtes (II) de l'acide orthophosphorique renfermant un groupement « méthyle ».

$$\underset{(I)}{HO{-}PO{=}(OR)_2} \qquad \underset{(II)}{HO{-}PO\begin{matrix} OCH_3 \\ OR \end{matrix}}$$

Cette méthode s'inspire de celle utilisée pour obtenir des di-esters symétriques (I) et s'effectue également en trois étapes :

1° *Préparation des tri-esters diméthyl-alcoyl (ou aryl) orthophosphoriques* (III) par action du chlorure de l'acide diméthylphosphorique sur le dérivé sodé de l'alcool ou du phénol choisi ou sur l'alcool en présence de pyridine anhydre.

$$(CH_3O)_2POCl + ROH \rightarrow \underset{(III)}{(CH_3O)_2POOR} + ClH$$

2° *Obtention des méthyl-alcoyl ou méthyl-arylphosphates de tétraméthylammonium* (IV) par action des tri-esters (III) sur la triméthylamine dans un solvant organique anhydre.

$$(CH_3O)_2POOR + (CH_3)_3N \rightarrow \underset{(IV)}{(CH_3O)(RO)PO_2N(CH_3)_4}$$

3° *Séparation des di-esters* (II) par passage d'une solution aqueuse ou hydro-alcoolique des composés (IV) sur une résine échangeuse de cations qui retient l'ion tétraméthylammonium.

1. *Préparation des tri-esters.* — Le chlorure de l'acide diméthylphosphorique a été préparé selon la technique de Fiszer et Michalski (²). Les tri-esters (III) s'obtiennent par action du chlorure de l'acide diméthylphosphorique, soit sur le dérivé sodé des alcools ou des phénols, soit sur l'alcool en présence de pyridine anhydre. Le premier mode de préparation convient pour les phénols et aussi pour les premiers termes de la série des alcools aliphatiques dont les dérivés sodés s'obtiennent aisément par action directe du sodium.

Les tri-esters suivants, pour la plupart nouveaux, ont été obtenus ainsi avec des rendements compris entre 60 et 90 %.

Composés (III). — R =	É (°C).	Composés (III). — R =	É (°C).
C_2H_5	87 sous 15 mm	n-C_5H_{11}-prim	68 sous 0,05 mm
C_3H_7-prim	98 » 14 »	C_6H_5	88 » 0,05 »
n-C_4H_9-prim	107 » 15 »	p-NO_2—C_6H_4	134 » 0,05 »
n-C_4H_9-secon	62 » 0,05 »	α-$C_{10}H_7$-(napthyle)	138 » 0,05 »
C_4H_9-tert	60 » 0,07 »	β-$C_{10}H_7$-(naphtyle)	135 » 0,05 »

Le second mode de préparation (en présence de pyridine) s'applique aux alcools à poids moléculaires élevés dont les dérivés sodés sont difficilement accessibles. Nous avons préparé de cette façon les tri-esters nouveaux suivants :

Composés (III). — R =	É (°C).	Composés (III). — R =	É (°C).
n-C_8H_{17}-prim	94 sous 0,05 mm	C_5H_9O-(tétrahydro-furfuryle)	94 sous 0,03 mm
n-$C_{10}H_{21}$-prim	108 » 0,07 »	CH_2=CH—CH_2	99 » 15 »
n-$C_{12}H_{25}$-prim	129 » 0,03 »	C_6H_5—CH=CH—CH_2	124 « 0,05 »
C_6H_5—CH_2	100 » 0,05 »	CH≡C—CH_2	68 » 0,03 »
C_6H_5—CH_2—CH_2	122 » 0,08 »		

2. *Obtention des méthyl-alcoyl ou méthyl-aryl phosphates de tétraméthyl-ammonium.* — Les sels d'ammonium quaternaire (IV) s'obtiennent aisément par action des tri-esters (III) sur la triméthylamine en solution acétonique. Les sels (IV) précipitent au fur et à mesure de leur formation. Ils sont pour la plupart hygroscopiques et leurs points de fusion instantanée au bloc Kofler sont les suivants :

Composés (IV). — R =	F (°C).	Composés (IV). — R =	F (°C).
C_2H_5-prim	190	C_6H_5—CH_2—	186
C_3H_7-prim	157	C_6H_5—CH_2—CH_2—	151
n-C_4H_9-prim	141	C_6H_5O-(tétrahydrofurfuryle)	128
n-C_4H_9-secon	136	CH_2=CH—CH_2	151
C_4H_9-tert	204	C_6H_5—CH=CH—CH_2—	153
n-C_5H_{11}-prim	156	CH≡C—CH_2—	109
n-C_8H_{17}-prim	164	C_6H_5—	130
n-$C_{10}H_{21}$-prim	202	p-NO_2—C_6H_4—	196
n-$C_{12}H_{25}$-prim	202	α-$C_{10}H_7$-(naphtyle)—	167
		β-$C_{10}H_7$-(naphtyle)—	147

3. *Séparation des di-esters* (II). — Les sels d'ammonium quaternaires (IV) préparés sont tous solubles dans l'eau et dans les solutions hydro-alcooliques. Pour isoler les di-esters (II), il suffit de faire passer une solution des composés (IV) sur une résine échangeuse de cations, du type Amberlite IR 120. On recueille ainsi une solution de l'acide méthyl-alcoyl ou méthyl-aryl phosphorique (II) qu'il suffit de concentrer sous vide pour obtenir les di-esters recherchés.

L'étude des propriétés physiques et chimiques (hydrolyse, formation de dérivés, etc.) des esters obtenus est en cours et fera l'objet de prochaines publications.

(1) P. Chabrier et M. Selim, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 2730.
(2) B. Fiszer et J. Michalski, *Roczniki Chem.*, 26, 1952, p. 688-689.

(*Faculté de Médecine*, *Paris*, 6e.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cyclisation d'acides δ-éthyléniques par l'acide polyphosphorique.* Note de M. **Olivier Riobé**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les acides δ-éthyléniques, chauffés à 100° avec l'acide polyphosphorique, donnent un mélange de cyclohexénones et de cyclopenténones. Ces dernières, plus abondantes, seraient produites par action de l'acide polyphosphorique sur des γ-lactones qu'on peut isoler si la réaction a lieu vers 70°.

La cyclisation acidocatalysée des acides éthyléniques a fait déjà l'objet de nombreuses publications. La récente publication d'un Mémoire (1) sur la cycli-

sation de l'hexène-5 oïque par l'anhydride trifluoroacétique nous conduit à faire connaître le résultat de recherches personnelles sur la cyclisation par l'acide polyphosphorique de quelques acides δ-éthyléniques.

Nous avons préparé trois acides homologues à partir des alcools γ-éthyléniques, par une chaîne classique de réactions déjà décrite (²)

$$R{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_3OH \xrightarrow[\text{Rdt 75 \%}]{SOCl_2} R{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_3Cl$$

$$\xrightarrow[\text{Rdt 90 \%}]{\text{CNK (glycol)}} R{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_3CN \xrightarrow[\text{Rdt 95 \%}]{NaOH} R{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_3COOH.$$

Ces acides et les produits intermédiaires, en dehors des nitriles, ont déjà été synthétisés en grande partie, mais certaines constantes, en particulier les densités, n'étaient pas toujours indiquées. Les résultats sont concordants :

R = H :	*Chloro-1 pentène-4* (³),	C_5H_9Cl,	$É_{754}$ 104° ;	n_D^{19} 1,4305 ;	d_4^{19} 0,916 ;
	Hexène-5 nitrile,	C_6H_9N,	$É_{752}$ 166° ;	n_D^{14} 1,4298 ;	d_4^{14} 0,863 ;
	Hexène-5 oïque,	$C_6H_{10}O_2$,	$É_{11}$ 100° ;	n_D^{18} 1,4353 ;	d_4^{18} 0,960.
R = CH_3 :	*Chloro-1 hexène-4*,	$C_6H_{11}Cl$,	$É_{760}$ 134° ;	n_D^{13} 1,4442 ;	d_4^{13} 0,901 ;
	Heptène-5 nitrile,	$C_7H_{11}N$	$É_{760}$ 184° ;	n_D^{17} 1,4373 ;	d_4^{17} 0,848 ;
	trans-Heptène-5 oïque,	$C_7H_{12}O_2$,	$É_{14}$ 117° ;	n_D^{20} 1,4426 ;	d_4^{20} 0,947.
R = C_2H_5 :	*Chloro-1 heptène-4*,	$C_7H_{13}Cl$,	$É_{760}$ 157° ;	n_D^{17} 1,4441 ;	d_4^{17} 0,901 ;
	Octène-5 nitrile,	$C_8H_{13}N$,	$É_{16}$ 95° ;	n_D^{18} 1,4425 ;	d_4^{18} 0,842 ;
	trans-Octène-5 oïque,	$C_8H_{14}O_2$,	$É_{16}$ 132° ;	n_D^{20} 1,4449 ;	d_4^{20} 0,931.

Le résultat de la réaction de l'acide phosphorique sur les acides δ-éthyléniques, dépend de la température.

1. En traitant pendant 2 h à 100° 125 g d'acide polyphosphorique avec 1/10ᵉ de molécule d'acide δ-éthylénique, on isole, après destruction par l'eau, et extraction à l'éther, avec un rendement de 60 %, un mélange liquide de cyclohexénones et de cyclopenténones. Ces dernières prédominent toujours. Nous avons identifié ces cétones par leurs dérivés cristallisés et par hydrogénation catalytique sur nickel Raney.

Cyclisation à 100° de l'hexène-5 oïque. — Nous distillons la *méthyl-2 cyclopentène-2 one-1*, C_6H_8O, $É_{15}$ 54° ; d_4^{19} 0,984 ; n_D^{19} 1,4782 ; semicarbazone, F 220° (déc.) ; oxime, F 128°.

L'hydrogénation sur nickel Raney conduit à la *méthyl-2 cyclopentanone*, $C_6H_{10}O$, $É_{760}$ 141-143° ; d_4^{23} 0,920 ; n_D^{23} 1,4365, dont la dinitrophénylhydrazone fond à 158°.

Cyclisation à 100° de l'heptène-5 oïque. — Nous isolons un mélange difficilement fractionnable, E_7 57-59°, ; n_D^{11} 1,4850 ; d_4^{11} 0,974, d'*éthyl-2 cyclopentène-2 one-1* (dinitrophénylhydrazone : $C_{13}H_{14}N_4O_4$, F 192° ; N %, calculé, 19,31 ; trouvé, 19,25), et de *méthyl-2 cyclohexène-2 one-1* (dinitrophénylhydrazone, $C_{13}H_{14}N_4O_4$, F 208° ; N %, calculé, 19,31 ; trouvé, 19,50).

Par hydrogénation catalytique sur nickel Raney, nous obtenons un mélange,

E_{20} 162-164° : d_4^{20} 0,919 ; n_D^{20} 1,4454, de *méthylcyclohexanone* (dinitrophénylhydrazone, $C_{13}H_{16}N_4O_4$, F 137° ; N %, calculé, 19,18 ; trouvé, 19,15) et d'*éthylcyclopentanone* (dinitrophénylhydrazone, F 154° ; semicarbazone, $C_8H_{15}N_3O$, F 184° ; N %, calculé, 24,85 ; trouvé, 24,25).

Cyclisation à 100° de l'octène-5 oïque. — On obtient un liquide, $É_{15}$ 90°-93° ; d_4^{20} 0,949 ; n_D^{20} 1,4795, composé de *propyl-2 cyclopentène-2 one-1* et d'*éthyl-2 cyclohexène-2 one-1* (semicarbazone, F 175°).

L'hydrogénation catalytique sur nickel Raney conduit à un liquide, $É_{13}$ 70° ; n_D^{20} 1,4510 ; d_4^{20} 0,916, et par action de la semicarbazide nous obtenons, par recristallisation fractionnée, la *semicarbazone* de la *propyl-2 cyclopentanone*, $C_9H_{17}N_3O$, F 212° ; N %, calculé, 22,94 ; trouvé, 22,80 (Rdt 60 %), et la *semicarbazone* de l'*éthyl-2 cyclohexanone*, $C_9H_{17}N_3O$, F 165° ; N %, calculé, 22,94 ; trouvé, 22,90 (Rdt 40 %).

2. Si la réaction de l'acide polyphosphorique sur les acides δ-éthyléniques est effectuée à 70° pendant 2 h, nous retrouvons encore dans les produits à bas point d'ébullition, des cyclénones ; mais on obtient de plus, avec des rendements voisins de 50 %, des γ-lactones identifiées par leurs composés d'addition avec l'hydrazine, et dont certains sont déjà connus. Il faut sans doute admettre, suivant les travaux de Rai et Dev (⁴), qu'à 100° la γ-lactone se transforme en cyclopenténone.

$$R{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_2COOH \xrightarrow[70°]{PPA} R{-}(CH_2)_2{-}\underset{\lfloor_______ O _______\rfloor}{CH{-}(CH_2)_2{-}CO}$$

$$\xrightarrow[100°]{PPA} R{-}(CH_2)_2{-}\underset{\lfloor_______ O _______\rfloor}{CH{-}(CH_2)_2{-}CO}$$

Nous donnons les constantes des principales lactones identifiées dans la cyclisation des trois acides δ-éthyléniques.

R.	γ-lactone.	É.	n_D.	d_4.	Hydrazino-lactone.	N % calculé.	N % trouvé.
H......	γ-éthylbutyrolactone [illegible]	103_{14}	$1,4433_{15}$	$1,031_{15}$	$C_6H_{14}N_2O_2$ F [illegible]	19,17	19,05
CH_3....	γ-propylbutyrolactone $C_7H_{12}O_2$	120_{15}	$1,4505_{11}$	$1,009_{11}$	$C_7H_{16}N_2O_2$ F 89°	17,50	17,75
C_2H_5...	γ-butylbutyrolactone $C_8H_{14}O_2$	139_{15}	$1,452_{17}$	$0,986_{17}$	$C_8H_{18}N_2O_2$ F 79°	16,09	16,20

(¹) R. J. Ferrier et J. M. Tedder, *J. Chem. Soc.*, 1957, p. 1435.

(²) O. Riobé, *Bull. Soc. Chim.*, 1956, p. 1335.

(³) R. Paul, *Annales*, 18, 1932, p. 338.

(⁴) *Experientia*, 11, 1953, p. 114-115.

(*Université Catholique de l'Ouest, Angers.*)

RADIOCRISTALLOCHIMIE. — *Structure de la naphtazarine.*
Note (*) de Mlle **Claudine Billy**, transmise par M. Georges Chaudron.

Dans une précédente Note ([1]), nous avons décrit la structure de la 5.8-dihydroxy 1.4-naphtoquinone. Des travaux faits depuis par l'auteur ([2]), Borgen ([3]), Golder et Zhdanov ([4]), ont montré l'existence de trois formes cristallines de la naphtazarine.

En adoptant les notations de Borgen, la structure précédemment analysée par nous ([1]) est celle de la forme III. Borgen ([3]) et Zhdanov ([4]) ont donné la structure de la forme I. La présente Note est consacrée à la structure de la forme II.

Les cristaux se présentent sous la forme de prismes pseudo-hexagonaux, rouge vif, d'allongement parallèle à la rangée dont la période sera choisie comme paramètre a.

Les paramètres ont été mesurés avec grande précision, d'abord au moyen de clichés de poudre, puis avec une chambre d'oscillation à grand rayon, et enfin par superposition des raies d'un diagramme de fil d'aluminium sur un cliché de Weissenberg. Tout le réseau réciproque jusqu'à $(\sin\theta)/\lambda = 0,65$, a été exploré à l'aide d'une chambre de Weissenberg, par rotation du cristal autour des trois axes a, b et c.

Les paramètres sont les suivants :

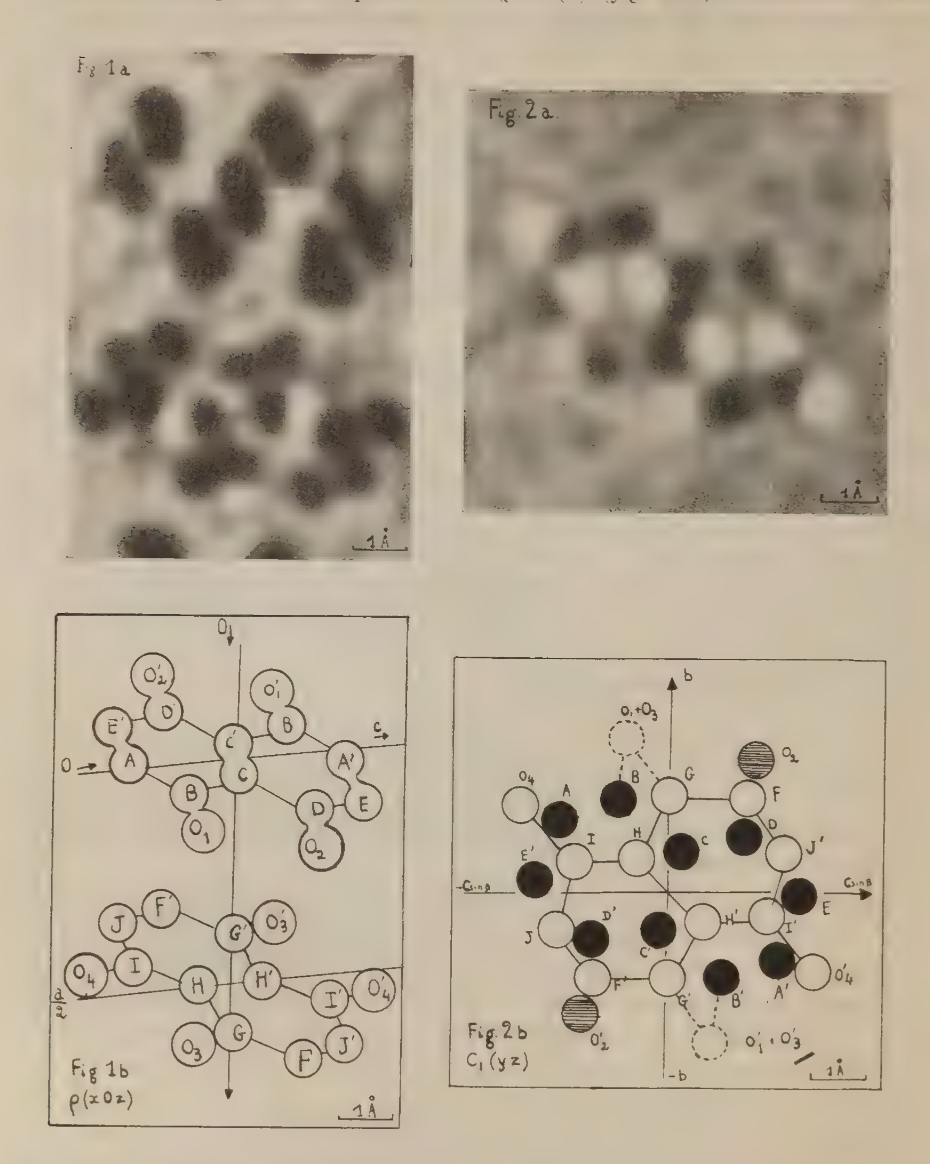
$$a = 7,906 \pm 0,005\ \text{Å}, \qquad b = 7,324 \pm 0,005\ \text{Å}, \qquad c = 14,05 \pm 0,01\ \text{Å},$$
$$\beta = 96^\circ 30' \pm 6'.$$

Le groupe spatial est $P2_1/n$. La densité calculée est 1,564, avec quatre molécules dans la maille.

Rappelons que dans les formes I et III, le nombre de molécules par maille, égal à 2, et le nombre de positions générales dans le groupe spatial ($= 4$, $P2_1/c$), imposent comme unité asymétrique une demi-molécule : donc la symétrie de ces deux formes exige une molécule centrosymétrique. Par contre la forme II n'est pas incompatible, *a priori*, avec une molécule non centrosymétrique, puisqu'on peut prendre comme unité asymétrique la molécule entière.

Toutefois, l'étude de la fonction de Patterson à trois dimensions nous a clairement révélé, l'existence de deux orientations, à 60° l'une de l'autre, de la molécule dans le même plan $(\bar{4}23)$. Ceci implique donc l'existence de deux molécules non liées par les opérations de symétrie du cristal. Ainsi, l'unité asymétrique ne peut être constituée par la molécule entière, mais bien par deux demi-molécules différentes.

Cela impose de nouveau, une molécule centrosymétrique. Cette interprétation a été confirmée par la projection de la densité électronique (010) (*fig.* 1 *a*), et la projection généralisée partielle $C_1(yz)$ [5] (*fig.* 2 *a*), effectuées à l'aide



du photosommateur harmonique de von Eller. Les projections correspondantes de la configuration moléculaire sont représentées sur les figures 1 *b* et 2 *b*.

Les coordonnées numériques des atomes sont données dans le tableau suivant :

Molécule 1. Centre de symétrie de la molécule à 0, 0, 0; 1/2, 1/2, 1/2				Molécule 2. Centre de symétrie de la molécule à 1/2, 00; 0, 1/2, 1/2			
Atome.	$\frac{x}{a}$.	$\frac{y}{b}$.	$\frac{z}{c}$.	Atome.	$\frac{x}{a}$.	$\frac{y}{b}$.	$\frac{z}{c}$.
A.....	−0,013	0,167	−0,137	F......	0,685	0,213	0,092
B.....	0,070	0,216	−0,064	G......	0,607	0,228	0,002
C.....	0,036	0,095	0,005	H......	0,503	0,070	−0,042
D.....	0,137	0,126	0,102	I......	0,442	0,063	−0,124
E.....	0,115	−0,011	0,170	J......	0,331	−0,104	−0,159
O_1....	0,155	0,367	−0,045	O_3.....	0,640	0,367	−0,056
O_2....	0,215	0,290	0,113	O_4.....	0,461	0,197	−0,187

Ces résultats doivent être améliorés.

Mais, dès à présent, on peut dire que l'analyse cristallographique semble conduire — pour les trois formes — à une molécule comportant un centre de symétrie, mais ne comportant pas de plan de symétrie. L'absence de ce plan conduit à exclure, *a priori*, l'hypothèse d'un arrangement statistique des molécules non centrosymétriques, de structure B, suggérée par les données chimiques :

OH O

O OH

(A)

O OH

O OH

(B)

L'analyse aux rayons X semble imposer pour les trois formes la configuration (A), en désaccord avec la formule chimique de la naphtazarine. Ce désaccord peut signifier que l'isomère (B) n'existe qu'en solution, et que la cristallisation produit sa transformation en isomère (A).

Il est possible aussi que le groupe de symétrie, suggéré par les extinctions des réflexions (O*k*O) impaires, ne traduise qu'une pseudo-holoédrie. Dans ce cas, le travail d'affinement de la structure doit être précédé d'une tentative de révision critique de la symétrie du cristal.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) BILLY, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 887.

(2) BILLY, résultat non publié.

(3) BORGEN, *Acta Chem. Scand.*, 10, 1956, p. 867.

(4) GOLDER et ZHDANOV, *Dokl. Akad. Naouk SSSR*, 118, 6, 1958, p. 1131.

(5) COCHRAN, *The Determination of Crystal Structures*, Londres 1953, p. 221.

(*Institut National de recherche chimique appliquée.*)

GÉOLOGIE. — *Le Précambrien du Massif ancien du Haut-Atlas (Maroc).* Note de M. **François Proust**, présentée par M. Pierre Pruvost.

On y distingue : *a.* un petit noyau de gneiss amphiboliques (Pr. I); *b.* de très importantes masses de granodiorites, associées à quelques schistes et quartzites (Pr. II); *c.* d'épaisses formations volcaniques : dacites, rhyolites, andésites, associées à des tufs et conglomérats (Pr. III); *d.* un granite rose postérieur aux granodiorites, et sans doute aussi à un premier cycle volcanique du Pr. III.

Le Précambrien du Sud Marocain, dont l'existence est établie depuis 30 ans [1] n'a été étudié de façon détaillée qu'assez récemment [mise au point de G. Choubert, 1952 [2]]. Dans le Haut-Atlas le socle Précambrien constitue au Sud de Marrakech le « bloc oriental » du massif ancien : 2 000 km² de montagnes élevées (3 500 à 4 000 m) à structure en compartiments étroits et nombreux séparés par des failles. C'est surtout par comparaison avec la chronologie établie plus au Sud, dans le Précambrien de l'Anti-Atlas [précambrien I, II et III de G. Choubert [2]] qu'il est possible d'apporter quelques précisions sur la constitution de ce socle cristallin très tectonisé.

Précambrien I. — La vallée de l'Ourika, profonde coupure à mi-longueur du massif Précambrien, fait affleurer un petit noyau gneissique de 8 km sur 2 environ, limité par faille au Nord et au Sud. Il s'agit de *gneiss amphiboliques*, avec ou sans biotite. On peut distinguer deux types :

1° *Gneiss homogènes*, à gros grain, pauvres en quartz, à plagioclase souvent très calcique, surtout quand la hornblende est abondante (Labrador An 60).

2° *Gneiss hétérogènes* (migmatites) dont la trame, variable, va d'un micaschiste à biotite et grenat, à des gneiss amphiboliques et même des amphibolites. Les lits d'injection sont d'un matériel riche en quartz et à plagioclase acide (albite-oligoclase); sans feldspath potassique. Leur épaisseur varie de quelques millimètres à quelques centimètres, avec parfois de très beaux plis ptygmatiques.

La tectonique qui affecte l'ensemble est de direction à peu près méridienne. Ce caractère, joint au degré de métamorphisme de ces séries, me conduit à les rattacher au Précambrien I.

Précambrien II. — *a.* On y rapporte des *schistes et quartzites* peu métamorphiques, de teinte générale verte, qu'on rencontre en petits affleurements épars, plus rarement en massifs de dimension notable. Le plus important est celui du J. Ourgouz : ce sont les schistes X de L. Moret, décrits plus tard comme « Algonkien » par M. Gigout [3].

b. Mais le Précambrien II est surtout représenté par de vastes massifs de *granodiorites*, constituant en particulier toute la partie centrale de la chaîne (crête de l'Ouzellarh). Ce sont des roches mésocrates à grain moyen

(1 à 3 mm) où la hornblende et le plagioclase acide sont des éléments constants.

Le type le plus courant est à albite-oligoclase, hornblende verte, peu de quartz, un peu de biotite. Par apparition d'orthose on peut passer à des granites monzonitiques et c'est sous ce nom que ces roches ont été d'abord mentionnées [L. Neltner ([4])].

La granodiorite, postérieure aux schistes et quartzites, les métamorphise à son contact, mais assez peu en général (quelques cornéennes à andalousite, ou schistes à taches micacées.

c. C'est sans doute aussi au Précambrien II qu'il faut rapporter des granulites calco-sodiques qui affleurent assez largement, soit en massifs (versant Sud : Aït Tidili), soit, plus souvent, à l'état de matériel d'injection dans une série basique antérieure (Haut-Zat). On a alors une sorte d'agmatite où des blocs ovoïdes d'amphibolite ou de diorite à grain fin nagent dans une granulite claire, à plagioclase acide et gros quartz globuleux. Parfois apparaissent dans la masse (peut-être par « concentration basique ») de gros amas d'amphibolite massive à grands cristaux de hornblende. L'ensemble paraît passer localement, par digestion des enclaves et homogénéisation, à la granodiorite banale, et c'est pourquoi je rattache ces formations au Précambrien II.

Précambrien III. — Ce sont, dans le Haut-Atlas, des formations essentiellement volcaniques, atteignant 1500 à 2 000 m d'épaisseur, qui affleurent aux deux extrémités du massif entre le Précambrien II et la couverture cambrienne.

La série de laves, tufs et conglomérats volcaniques qui constitue cet ensemble varie d'une région à l'autre, avec prédominance de roches à plagioclase sodique, avec ou sans quartz (dacites et andésites alcalines). Les rhyolites franches sont rares.

La succession s'établit généralement comme suit, de bas en haut :

1° Laves foncées ou noires, à pâte silicifiée, avec ou sans quartz primaire (100 à 200 m). Ce premier terme est peu distinguable dans certaines séries (versant Nord du massif du Toubkal).

2° Laves rouges, plus ou moins foncées, avec ou sans quartz, à structure souvent fluidale, parfois aussi ignimbritique, et presque toujours pauvres en phénocristaux (dacites, andésites alcalines, peut-être quelques rhyolites). Ces laves sont souvent remplacées, surtout vers leur base, par des tufs volcaniques hétérogènes à éléments plus ou moins roulés, et même parfois par des conglomérats vrais, à rares galets de granite (Bou Ourioul). L'ensemble atteint 500 à 1 000 m.

3° Séparée de l'ensemble précédent par un niveau de laves blanches silicifiées (Agoundis) ou par une couche du tuf volcanique friable (Tazarharht), une série andésitique où l'on trouve des laves d'un brun plus ou moins foncé, d'aspect variable et irrégulier, entre deux types extrêmes : *andésite porphyrique*, bourrée de phénocristaux de grande taille de plagioclase acide (albite ou oligoclase), souvent avec cavités remplies de calcite, quartz, épidote,

céladonite, et *andésite vitreuse*, à rares microlites de plagioclase. Les andésites, de 200 m au Bou Ourioul, passent à 800 ou 1000 m dans le massif du Toubkal.

4° Au-dessus on trouve au Bou Ourioul, ainsi que dans la « boutonnière » de l'Ourika, une mince coulée (quelques dizaines de mètres au maximum) de rhyolite franche, riche en phénocristaux de quartz et orthose de 1 à 3 mm.

Le tout supporte, avec une *discordance assez peu marquée*, la série primaire, d'âge éocambrien à l'Ouest et géorgien supérieur-acadien à l'Est.

A ces laves du Précambrien III il faut sans doute associer une partie des très nombreux filons verts (dolérite ou andésite) qui lardent les massifs granodioritiques en direction générale SSE-NNW. En outre dans la région du lac d'Ifni affleure sur une trentaine de kilomètres carrés une microdiorite à augite, parfois quartzifère, qui s'insinue entre les laves et leur substratum de granodiorite, et qu'on peut interpréter comme un culot de la zone d'alimentation des coulées andésitiques.

En dehors des laves et des roches associées, il faut mentionner le *granite rose* qui traverse et métamorphise les laves inférieures [1] dans la région d'Imoghsane (Tifnout) et en quelques autres points. Ce granite, très leucocrate, à grain très variable, est lui-même traversé par les filons andésitiques rapportés au Précambrien III. Il s'apparente donc sans doute aux granites décrits dans le Précambrien III inférieur du Sahro [5], plutôt qu'aux granites hercyniens connus plus à l'Ouest, comme le pensait H. Vincienne [6].

Des granites roses sont connus bien ailleurs dans le Massif, en particulier sur le versant Nord entre l'oued Ourika et l'oued Rdat, et sous forme d'aplites un peu partout. Ils sont toujours postérieurs aux diverses formations du Précambrien II et antérieurs au Cambrien. On peut les rapprocher du granite d'Imoghsane, mais sans pouvoir dans la plupart des cas affirmer leur âge Précambrien III.

On a donc dans ce Précambrien trois séries nettement caractérisées par leur nature lithologique et leur degré de métamorphisme. Cependant les discordances entre ces formations sont masquées par la tectonique récente de l'ensemble.

(1) J. Bourcart, *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1927, p. 18.
(2) G. Choubert, in : *Géologie du Maroc*, 1952, Rabat, p. 77-85.
(3) M. Gigout, *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1937, p. 145.
(4) L. Neltner, *Mémoires, Maroc*, 1938, n° 42, p. 84.
(5) J. Hindermeyer, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 2626.
(6) H. Vincienne, *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1956.

(*Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure.*)

BOTANIQUE TROPICALE. — *Recherches sur les Meliaceæ : Sur un genre africano-malgache, le* Lepidotrichilia (*Harms*) *J. F. Ler.* Note de M. **Jean F. Leroy**, présentée par M. Henri Humbert.

Nouveau en tant que genre, le *Lepidotrichilia*, dont traite la présente Note, eut pu être établi il y a plus de 120 ans. Dès 1837, en effet, l'une de ses espèces composantes avait été récoltée dans le Nord de Madagascar (Richard, 179, 584); elle figure aussi dans la collection Boivin (2.624) constituée vers 1850. C'est à Baillon que revient le mérite de la signaler à la Science, en 1874; il la considère, avec quelque doute d'ailleurs, comme un *Ekebergia* et la nomme *E. convallariæodora.* Ce qui ne laisse point de surprendre c'est que, vingt ans plus tard, il publie la planche d'une plante identique, sous le nom, cette fois, d'*Ekebergia suavis* (Grandidier, *Hist. des Plantes de Mad.*, *pl.* 256, 1894). Défaillance de mémoire, sans doute ! mais qui l'oblige à repenser le problème et nous instruit par cela même sur la fidélité de son jugement : l'attribution générique est confirmée (et aussi le parfum de la plante). Un fait nouveau intervient en la même année 1894 : deux auteurs, à un mois d'intervalle, Gürke et C. de Candolle, ayant à décrire une espèce d'Afrique orientale, taxonomiquement proche de l'espèce malgache qu'ils ignorent, la nomment, le premier *Trichilia Volkensii*, le second *Trichilia Buchananii.* Il appartenait au monographe de la famille, H. Harms, de découvrir les affinités entre elles de ces plantes qui vivent de part et d'autre du canal de Mozambique. On peut regretter que dans son Traité (1941) il ne se soit point avisé de l'identité des deux espèces de Baillon, maintenant l'une (*E. convallariæodora*) dans le genre *Ekebergia*, faisant de l'autre, associée au *Trichilia Volkensii*, le type de sa section 6, *Lepidotrichilia*, du genre *Trichilia*, mais la conception profonde du savant n'en est pas moins claire : les plantes en cause sont des *Trichilia. Trichilia* assez singuliers à ses yeux, cependant, pour justifier la création d'une section qu'il définit par la couronne staminale, le calice 5-denté, l'ovaire à 2 (- 3) loges 1-ovulées, les poils étoilés.

Mes propres recherches sur cette question, l'analyse minutieuse des riches collections du Muséum (Richard et Boivin; Ursch, 1927; Perrier, 1910; Service des Eaux et Forêts, 1951-1954) m'ont amené à des conclusions sensiblement différentes de celles de mes prédécesseurs, lesquels disposaient d'ailleurs d'un matériel beaucoup plus réduit. Les deux espèces nouvelles que j'ai mises à jour m'ont apporté notamment un faisceau de données morphologiques du plus grand intérêt. *Ekebergia ? Trichilia ?* Aucun de ces cadres ne m'a paru satisfaisant quand il s'est agi de déterminer ces espèces (difficulté déjà rencontrée et parfaitement saisie par le forestier

Capuron, *Clé provisoire des Méliacées malgaches*, 1957). Dans ces conditions j'ai dû créer le genre *Lepidotrichilia* dont voici le statut et la diagnose fondamentale :

Lepidotrichilia (Harms) J. F. Ler. (=*Ekebergia* Baill., *Trichilia* Gürke, *Trichilia* C. DC., *Trichilia* sect. *Lepidotrichilia* Harms) : fl. 5-mères; calice cupuliforme 5-denté; pétales 5, valvaires, charnus, à bords réfléchis vers l'intérieur; couronne staminale à 10 E, à filets inégaux sous forme de lanières libres sur 1/2 ou 2/3 de leur longueur, ou connées jusqu'à l'insertion des anthères, 2-dentées, à dents très longues; disque adhérant à la base de la couronne staminale, à croissance parfois retardée; pistil à 5 (*L. sambiranensis*)-4-3-2 carpelles concrescents; ovaire composé, à 5-2 loges ouvertes, fermées seulement à la base, 1-ovulées, à ovules semi-anatropes; stigmate sous formes de manchon surmonté d'une collerette, plus ou moins haute, 5-2 lobée; fruit drupacé, déprimé, quelque peu polygonal, indéhiscent, à épicarpe charnu mince, à endocarpe finement cartilagineux à déhiscence loculicide, à loges fermées; graine exalbuminée, non arillée, à cotylédons verts, charnus, plan-convexes, subdivisés apicalement, à radicule incluse; fleurs, fruits et rameaux couverts d'un indûment roux, du type stellé. Genre de l'Afrique orientale et de Madagascar.

On voit par cette description qu'en aucun cas il ne peut s'agir d'un *Ekebergia* genre endémique de l'Afrique parfaitement caractérisé, à la fois par ses fleurs et par ses fruits. Le *Lepidotrichilia* s'éloigne de ce dernier par de nombreux caractères : pétales valvaires, filets staminaux libres sur une grande longueur (au moins chez certaines espèces) et 2-dentés, disque infrastaminal, organisation générale du pistil, fruit à endocarpe mince et déhiscent dorsalement, embryon à radicule incluse, etc. Il se situe, par contre, beaucoup plus près des *Trichilia* dont il se distingue essentiellement par les caractères suivants : pétales *valvaires*, filets staminaux à *très longues* dents apicales, loges ovariennes 4-5 chez certaines espèces, 1-*ovulées*, fruit *drupacé indéhiscent*, graines non *arillées*, cotylédons verts et *subdivisés*.

Les quatre espèces du genre sont de petits arbres à feuilles persistantes qui occupent une aire bien homogène sur la périphérie orientale de celle du grand genre *Trichilia* (genre principalement américain); ce sont, à Madagascar : *L. convallariæodora* (Baill.) J. F. Ler., *L. ambrensis sp. nov.* (type S. F. 12.416), *L. sambiranensis sp. nov.* (type S. F. 11.504) [1], et en Afrique, *L. Volkensii* (Gürke) J. F. Ler. La première caractérisée par ses feuilles et folioles de taille relativement réduite, son ovaire à 2 loges, a été récoltée dans le Nord, le Sud et le Sud-Ouest de la Grande Ile où elle est répandue sous le nom de *Tsiramiramy*. La deuxième n'est connue que de la Montagne d'Ambre (Diégo-Suarez), vers 1000 m d'altitude; espèce montagnarde hygrophile (camme les deux suivantes) on la distingue aisément par ses feuilles, son ovaire 2-4 loculaire. La troisième qui croît dans le Sambirano, vers 800 m d'altitude (Capuron) frappe par ses grandes feuilles, ses folioles plus nombreuses, remarquablement caudées, son ovaire à 5 loges; c'est, morphologiquement, la moins évoluée. Quant

au *Lepidotrichilia Volkensii*, il habite les hautes montagnes d'Afrique orientale (Abyssinie, Kenya, Kilimandjaro, Tanganyika, Nyassaland) entre 1600 et 3 000 m. Toutes ces espèces, bien distinctes, étroitement apparentées aux *Trichilia*, semblent n'occuper présentement que des stations relictuelles (montagnes, restes de forêts à Madagascar), lesquelles témoigneraient de l'antériorité d'une aire autrefois (à l'ère tertiaire) continue, sinon plus étendue, où le genre aurait pris naissance. On peut penser que d'autres espèces congénères ont disparu au cours des vicissitudes climatiques et géologiques qui ont si profondément transformé cette région.

(¹) Les diagnoses latines en seront publiées ultérieurement.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mise en évidence de trachéides et de pseudo-trachéides dans le cylindre ligneux de quelques Ombellifères frutescentes ou suffrutescentes.* Note (*) de M. **Robert Lemesle**, présentée par M. René Souèges.

Dans le bois du *Bupleurum salicifolium* et de l'*Heteromorpha arborescens*, coexistent des trachéides et des pseudo-trachéides à face interne munie d'épaississements lignifiés spiralés ou réticulés. Chez le *Pituranthus*, ces éléments aréolés sont dépourvus de toute striation.

Dans une précédente Note (¹), nous avons décrit les trachéides du xylème chez le *Bupleurum fruticosum* L. et l'*Heteromorpha glauca* Engl. Voici quels sont aujourd'hui les résultats de nos observations sur l'histologie du bois chez le *Bupleurum salicifolium* Soland. des rocailles de l'île Madère et sur l'*Heteromorpha arborescens* Cham. et Schl. d'Afrique australe.

A. *Cas du* Bupleurum salicifolium :

Sous un épiderme à cuticule de 7 à 10 μ, apparaît de bonne heure un périderme formé d'un liège sans phelloderme, en même temps que le liber et le bois se réunissent en un anneau continu. Le cylindre ligneux est divisé en nombreux compartiments par des rayons médullaires unisériés; chaque secteur se compose de vastes plages fibreuses et de vaisseaux groupés en amas disposés irrégulièrement. Le diamètre des fibres mesure 7 à 15 μ. Les vaisseaux sont de section circulaire et leur calibre ne dépasse guère 26 μ.

En coupe longitudinale, nous observons dans le bois secondaire la prépondérance des fibres libriformes. On remarque d'autre part :

1° d'assez nombreuses trachéides munies de ponctuations aréolées circulaires ou elliptiques, à fentes obliques parallèles entre elles ou entrecroisées; leur longueur varie de 100 à 200 μ; elles sont fréquemment pourvues de perforations au voisinage de leurs extrémités; de plus, leur face interne présente des épaississements spiralés lignifiés, parfois entrecroisés de façon à former un réticulum;

2° des pseudo-trachéides, lesquelles ne diffèrent des trachéides que par

l'existence d'une cloison transversale. Comme chez le *Trachymene platyptera* et le *T. juncea* d'Australie, certaines d'entre elles se distinguent par leur paroi percée d'une perforation d'environ 10 μ au voisinage de chaque pointe terminale; mais ici, la face interne de ces pseudo-trachéides « perforées » ou non, se distingue par l'existence de minces rubans spiralés.

B. *Cas de l'*Heteromorpha arborescens :

Dans une tige de 5 mm de diamètre, le cylindre ligneux atteint une épaisseur de 1,5 mm. Les vaisseaux isolés ou réunis en petites plages, sont plongés dans un tissu fibreux traversé par des rayons médullaires uni ou bisériés; leur section transversale est circulaire, ovoïde ou polygonale et leur calibre varie de 20 à 60 μ. Les fibres, d'une largeur de 10 à 18 μ, sont disposées en files radiales régulières.

En coupe longitudinale, nous constatons, dans le xylème, la prédominance des fibres libriformes. Mais il existe aussi d'assez nombreuses trachéides à ponctuations aréolées circulaires, elliptiques ou étirées; elles sont pourvues ou non de perforations au voisinage de chaque extrémité. Leur face interne présente des épaississements lignifiés spiralés ou réticulés.

Signalons, dans ce même bois, l'existence de pseudo-trachéides composées de 3-8 cellules superposées. Ces files verticales d'éléments de parenchyme sclérifié, terminées en pointe à chaque extrémité, peuvent atteindre une longueur de 450 μ. Les ponctuations aréolées, disposées un peu irrégulièrement, affectent la forme circulaire, elliptique ou ovoïde; leurs ouvertures ont un contour semblable à celui de la ponctuation. Ici, les pseudo-trachéides restent dépourvues de perforations; leur face interne est munie de spirales lignifiées à tours très rapprochés.

Nous avons étudié, d'autre part, quelques *Pituranthus* : *P. scoparius* Coss. et Dr., *P tortuosus* Benth. et Hook., d'Afrique du Nord, et *P. aphyllus* Cham. et Schl. de la Colonie du Cap.

Dans des tiges d'environ 4 mm de diamètre, le cylindre ligneux complet, parfois asymétrique, est divisé par des rayons médullaires de 2-5 rangées d'éléments. Chaque secteur de bois contient de volumineux paquets de fibres libriformes, lesquelles tendent à perdre la symétrie radiale; à ces cordons de stéréome se joignent des plages lignifiées constituées surtout de vaisseaux et de trachéides. Les vaisseaux, de section souvent circulaire, ont un calibre de 15 à 40 μ.

La longueur des trachéides varie de 150 à 360 μ et leur largeur de 7 à 12 μ. Les aréoles se montrent très rapprochées, de forme circulaire, à fentes obliques entrecroisées ou parallèles. Les extrémités effilées sont tantôt pourvues, tantôt dépourvues de perforations. La face interne reste lisse.

A ces trachéides s'associent, par places, quelques pseudo-trachéides, lesquelles se distinguent par une cloison transversale et l'absence constante de perforations.

L'existence, chez nos deux premières espèces, de pseudo-trachéides à face interne spiralée ou réticulée, constitue une particularité non encore signalée dans le bois des Ombellifères.

(*) Séance du 29 septembre 1958.
(1) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 896.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Certains effets de la colchicine sur les ovules de* Cephalotaxus drupacea, Taxus baccata *et* Ginkgo biloba. Note de M. **Michel Favre-Duchartre**, présentée par M. Raoul Combes.

Ce travail précise selon quelles modalités est efficace l'adjonction de colchicine aux ovules nus de trois espèces végétales; dans quels territoires ovulaires les mitoses sont alors perturbées; certains résultats d'ordre chronologique concernant l'action de cet alcaloïde sur ce matériel.

A notre connaissance, l'action de la colchicine sur les ovules nus des Préphanérogames et des Gymnospermes n'avait pas encore été éprouvée jusqu'à maintenant.

L'incorporation de paillettes de colchicine à des blessures faites à la cupule ou au micropyle d'ovules de *Ginkgo biloba* s'est révélée totalement inefficace. Au contraire, le dépôt, sur les gouttes micropylaires des ovules de *Cephalotaxus*, *Taxus* et *Ginkgo*, soit de quelques cristaux de colchicine, soit de leur solution à 0,1 % (1) perturba les mitoses dans les conditions que nous précisons ci-dessous. La colchicine n'affecte donc les ovules que par l'intermédiaire du liquide mucilagineux, habituellement récepteur de pollen, qui est exsudé par le micropyle.

Les ovules des trois espèces envisagées ont l'intérêt de se trouver à des stades de développement différents les uns des autres au moment où ils sont récepteurs, c'est-à-dire aussi au moment où ils sont sensibles à l'action de la colchicine (*fig.* 1) : nous avons fait savoir que le nucelle de *Cephalotaxus* est alors encore homogène (2), celui de *Taxus* comporte une cellule-mère (3), celui de *Ginkgo* une mégaspore ou un prothalle ♀ cénocytique entouré d'un tissu nourricier (4).

Dans les trois cas, le tégument ovulaire est inaffecté par la colchicine dans sa moitié micropylaire qui est pourtant, à son extrémité apicale, au contact même du liquide où se dissout l'alcaloïde (*fig.* 1). Par contre, dans tout le nucelle, y compris le tissu nourricier, dans les espèces où il est différencié (*Taxus* et *Ginkgo*, *fig.* 1), la base du tégument, la région du hile et même les tissus sous-jacents à l'ovule, la formation du fuseau mitotique est inhibée dans toutes les cellules où le noyau se divise : on observe les figures stathmocynétiques classiques [*cf.* Mangenot (5)] et

les noyaux tétraploïdes, géants, lobés avec caryomérites fréquents, qui en résultent.

Les réponses des ovules à la colchicine ne sont pas assez homogènes pour permettre de tracer une courbe mettant quantitativement en évidence le déclin des mitoses normales, l'apparition des *c*-mitoses et le retour des

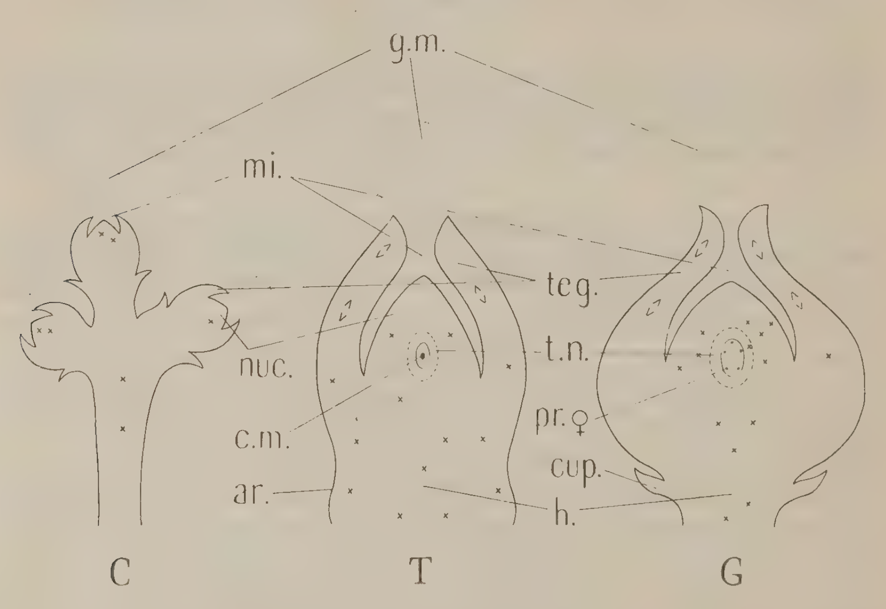


Fig. 1. — Coupes d'ovules de *Cephalotaxus* (C), × 10, *Taxus* (T), × 25 et *Ginkgo* (G), × 15, au moment de leur production de gouttes micropylaires réceptrices (de pollen et de colchicine). g. m., goutte micropylaire; mi., micropyle; tég., tégument; nuc., nucelle; t. n., tissu nourricier; c. m., cellule-mère; pr. ♀, prothalle femelle; cup., cupule; ar., arillode; h., hile; les deux V symétriques symbolisent des mitoses normales, les croix des *c*-mitoses.

mitoses normales. C'est ainsi, par exemple, que dans les dix coupes les plus axiales de deux ovules d'un lot colchiciné depuis 5 h, nous avons dénombré 13 mitoses normales et 3 *c*-mitoses dans l'un, 30 et 22 dans l'autre.

Des ovules de *Ginkgo* ensachés sur l'arbre avant l'anthèse et pendant les quatre semaines qui la suivent gardent leurs gouttes micropylaires (¹) : celles-ci étant alors colchicinées et les ovules fixés 24 h après, au moment où leurs prothalles comportaient de 32 à 128 noyaux, toutes les mitoses du nucelle se révélèrent normales, faisant penser que la colchicine n'avait aucunement pénétré. Ce test de la colchicine peut expliquer plus simplement que nous ne l'avons fait précédemment (¹) que les ovules de *Ginkgo* pollinisés tardivement tombent de l'arbre, si le pollen, comme la colchicine, n'atteint plus alors le nucelle.

(1) Cette solution fut rendue pâteuse par l'adjonction d'Agecelle, fourni par la firme Kuhlmann.

(2) *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **18**, n° 4, 1957, p. 308.

(3) *Comptes rendus*, **246**, 1958, p. 979.

(4) *Rev. Cyt. et Biol. végét.*, **17**, nos 1-2, 1956, p. 24, 36 et 185.

(5) *Act. Sc. et Ind.*, **915**, 1942, p. 20-56.

(Laboratoire de la Chaire de Biologie végétale.)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des acides aminés libres, des glucides solubles et des acides organiques de jeunes plants de choux de Milan, au cours d'un séjour à + 5° destiné à les endurcir au froid.* Note de Mme **Anne-Marie Le Saint-Quervel**, présentée par M. Raoul Combes.

Au cours d'un séjour à + 5°C, le chou de Milan devient résistant au gel. Une étude chromatographique des acides aminés libres, des acides organiques et des glucides solubles permet de déceler une augmentation de la proline ainsi qu'une diminution de l'arginine ; l'acide malique augmente également ; les glucides solubles, particulièrement le saccharose, le glucose et le lévulose augmentent de façon sensible.

Une plante est résistante au gel si elle est capable de supporter la formation de glace dans ses tissus au cours du refroidissement, et de survivre après réchauffement. Le chou d'hiver est un matériel classique pour son aptitude à l'endurcissement au gel (Harvey, Levitt) (1), (2), (3), (4); aussi avons-nous utilisé comme objet d'étude des choux de Milan de la variété Pontoise.

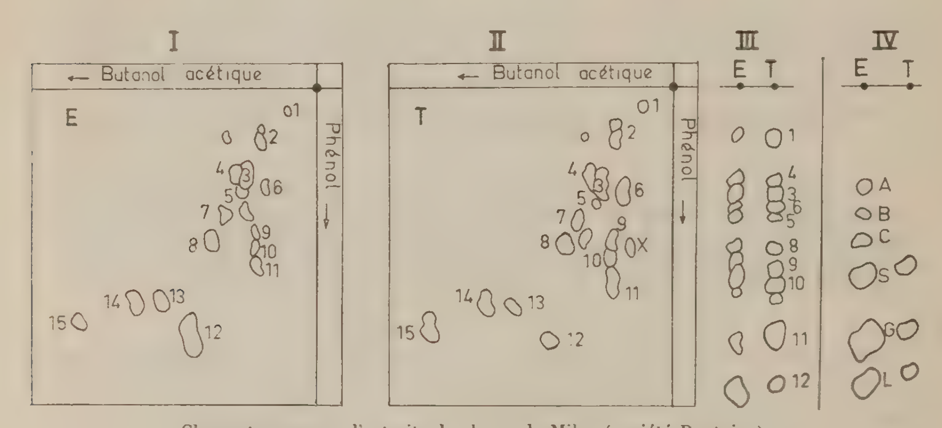
Nos plantes ont été cultivées en pots dans un mélange de terreau et de terre franche. Les pots étaient placés dans des caisses de culture en bois, disposées elles-mêmes dans des chambres isothermes. L'éclairage consistait, pour chaque caisse, en quatre tubes fluorescents « lumière du jour » (5 000 lux environ au niveau des plantes). Cet éclairage était intermittent : 12 h de jour et 12 h de nuit. La température était pratiquement constante : 18° le jour, 17° la nuit,

Lorsque les choux avaient atteint 7 semaines (4 à 5 feuilles), les lots destinés à être endurcis étaient placés à la température constante de + 5° dans des caisses identiques aux précédentes, mais munies d'un éclairage continu.

Pour apprécier leur capacité de résistance au froid, les plantes endurcies ou non étaient placées en chambre froide à — 5° C, pendant 5 h, temps suffisant pour que les parties aériennes soient entièrement gelées. Les plantes étaient ensuite réchauffées à + 4° C pendant une journée puis examinées. Ces expériences, répétées à plusieurs reprises, ont toujours donné des résultats comparables; tous les témoins restent vitreux,

s'affaissent et ne tardent pas à pourrir ou à se dessécher, tandis que toutes les plantes endurcies restent dressées, perdent leur aspect vitreux et continuent à vivre. Nous avons étudié les variations des sucres et des acides aminés libres de ces plantes au cours de leur séjour à + 5° C.

Nous avons endurci, à + 5° C, cinq lots comparables à l'origine (4 à 5 feuilles), respectivement pendant 8, 12, 15, 18 et 21 jours. Des prélèvements successifs de 4 g de substance fraîche (environ 5 choux entiers : feuilles, tiges et racines) ont été effectués en vue de leur étude chromato-



Chromatogrammes d'extraits de choux de Milan (variété Pontoise).
E, plantes ayant séjourné 15 jours à + 5° C ; T, plantes témoins laissées à + 18° C.

Fig. I, II, III. — Acides aminés ; 1, cystine ; 2, acide aspartique ; 3, sérine ; 4, acide glutamique ; 5, glycine ; 6, asparagine ; 7, thréonine ; 8, alanine ; 9, glutamine ; 10, lysine ; 11, arginine ; 12, proline ; 13, valine ; 14, phénylalanine ; 15, leucine, X : non identifié.

Fig. IV. — Sucres solubles : S, saccharose ; G, glucose ; L, lévulose ; A, B, C, non identifiés.
Les cinq lots étudiés ont donné de semblables chromatogrammes.

graphique sur les lots endurcis et sur les lots témoins restés à 18°. Les extraits alcooliques ont été passés, après distillation de l'alcool, sur des résines échangeuses d'ions (Amberlite IR 120 H et IR 4 B). Nous avons utilisé le papier Whatmann n° 1. Des plantes identiques à celles destinées à l'analyse étaient chaque fois soumises au gel en vue du contrôle de l'endurcissement : celui-ci était acquis après une semaine de séjour à + 5° C.

Acides aminés libres. — La séparation a été faite en utilisant, pour les chromatogrammes unidimensionnels, soit le phénol saturé d'eau additionné d'ammoniaque, soit le butanol acétique, et pour les chromatogrammes bidimensionnels ces deux mêmes solvants, mais l'un après l'autre. On a pu faire, sur ces divers chromatogrammes, les observations suivantes :

1° A tous les stades du développement étudiés, les chromatogrammes des acides aminés libres des lots témoins sont identiques ;

2° A tous les stades étudiés, les chromatogrammes des acides aminés

libres des lots endurcis sont identiques à partir du huitième jour d'endurcissement;

3° Pour chacun des stades étudiés, les chromatogrammes des lots témoins et endurcis diffèrent sur les points suivants : La teneur en proline, si faible chez les témoins que la ninhydrine l'y révèle à peine, augmente de façon considérable chez les plantes endurcies (12, *fig.* I, II, III; endurcissement 15 jours). L'arginine diminue, ainsi que le mettent en évidence les chromatogrammes unidimensionnels développés dans le phénol (11, *fig.* III); l'asparagine (6, *fig.* I, II et III) diminue également, mais cette variation est nettement moins importante. Un aminoacide non identifié (X, *fig.* II) disparaît;

4° Les autres acides aminés présents : cystéine, acide aspartique, acide glutamique, sérine (en grande quantité), glycine, thréonine, glutamine, lysine, acides α-amino et γ-amino butyrique (à l'état de traces), valine, phénylalanine, leucine ne subissent pas de variations sensibles du fait de l'endurcissement.

On peut penser qu'il existe un lien entre les variations en sens opposé de l'arginine et de la proline, sans qu'on remarque cependant de modifications de certains aminoacides (acide glutamique, glutamine) intermédiaires possibles de la transformation. Nous nous proposons d'hydrolyser les protéines de ces mêmes plantes pour y étudier l'origine possible des variations en acides aminés.

Glucides solubles. — Les chromatogrammes ont été effectués avec le solvant butanol acétique pendant quatre jours. Les révélateurs ont été le phtalate d'aniline-urée et le phosphate de paraanisidine. Nous avons pu ainsi reconnaître la présence des sucres suivants : saccharose, glucose et, en quantité moindre, fructose (*fig.* IV). Au cours du séjour au froid, les teneurs en ces trois corps augmentent considérablement, vraisemblablement à partir de glucides à plus grosses molécules, celui qui augmente le plus étant le glucose, suivi du lévulose. Les concentrations de ces corps croissent avec la durée du séjour au froid. Trois autres sucres non déterminés jusqu'ici A, B, C apparaissent chez les plantes endurcies; A est toujours présent, B et C le sont irrégulièrement.

Acides organiques. — L'étude chromatographique des acides organiques a montré comme seule variation une augmentation de l'acide malique dans les plantes endurcies.

Conclusion. — Un certain nombre de constituants appartenant aux aminoacides, aux glucides et aux acides organiques varient donc au cours de l'endurcissement au gel chez le Chou. Il est fort possible toutefois que ces variations ne soient pas responsables de l'accroissement de la résistance au gel. L'augmentation des glucides solubles sous l'action du froid

a été observée en effet chez des organes non susceptibles d'endurcissement comme le tubercule de pomme de terre [Levitt ([3])].

Nous nous proposons de rechercher le temps de séjour minimum à — 4° C capable d'induire les variations observées en ce qui concerne les amino-acides, et d'étudier si ces changements persistent au-delà du moment où disparaît l'endurcissement au froid.

([1]) R. B. Harvey, *J. Agric. Res.*, 15, 1918, p. 83-112.
([2]) R. B. Harvey, *Amer. J. Bot.*, 17, 1930, p. 212-217.
([3]) J. Levitt, 8° *Cong. Int. Bot.*, Paris, 1954, p. 278-279.
([4]) J. Levitt, *The hardiness of plants*, Academic Press Inc. pub. N. Y., 1956, 278 pages.

(*Laboratoire de Biologie végétale, Station du Froid, Bellevue, C. N. R. S.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les variations annuelles des acides aminés libres du Pêcher.* Note de M. **Alain Schneider**, présentée par M. Raoul Combes.

Ces variations montrent l'importance des acides glutamique et aspartique, de l'asparagine et de l'arginine, dans le métabolisme azoté de l'arbre. Les variations simultanées des acides malique et citrique, mettent en évidence la liaison des deux premiers avec le cycle citrique. L'asparagine et l'arginine ont surtout un rôle régulateur de la nutrition azotée.

Dans une précédente Note ([1]), nous avons étudié les variations des acides organiques du Pêcher, au cours d'un cycle complet de végétation; des mêmes échantillons, qui nous avaient servi à faire cette étude, nous avons isolé les acides aminés libres, et nous avons suivi leurs variations par chromatographie. Ces acides sont assez communs : acide aspartique, acide glutamique et leurs amides, asparagine et glutamine, γ-amino-butyrique, alanine, sérine, glycocolle, thréonine, valine, leucine, proline, phénylalanine, tyrosine, acide pipécolique, arginine. Reynolds ([2]) signale les mêmes acides aminés dans la pêche; il trouve en plus de la cystine et un certain nombre d'acides aminés inconnus, dont plusieurs semblent correspondre à des taches que nous avons également obtenues sur nos chromatogrammes.

Les variations de ces acides aminés, reflètent, comme celles des acides organiques, le rythme d'activité de l'arbre. Celles de l'acide glutamique, de l'acide aspartique, de l'asparagine et de l'arginine sont particulièrement intéressantes.

Après une période de repos hivernal, les bourgeons commencent à gonfler. Du point de vue biochimique, ce début d'activité correspond à une augmentation du taux d'azote organique, surtout chez les bourgeons à bois, où il passe de 0,75 % en moyenne, pendant le repos, à 1,10-1,20 % au début du mois de mars, et à 1,20-1,40 % deux semaines après, lorsque des pousses

vertes de 2 à 3 cm se sont développées. Très abondante pendant le repos, l'arginine diminue à ce moment, et semble jouer le rôle de réserve azotée. La proportion d'acide aspartique par rapport à l'acide glutamique diminue, tandis que la proportion d'asparagine par rapport à l'acide aspartique augmente. D'après les travaux de Duranton ([3]) il semble vraisemblable, qu'une partie de l'arginine dégradée donne de l'ammoniaque, qui se fixe sur l'acide aspartique pour former de l'asparagine, une autre partie pouvant donner de l'acide glutamique et augmenter sa proportion.

Bientôt les nitrates apparaissent, et l'arginine cesse de diminuer; ils sont décelés d'abord dans les rameaux, puis dans les bourgeons, lorsque ceux-ci ont atteint 2 à 3 cm; c'est d'ailleurs le seul moment de l'année où nous les avons décelés en quantité notable, dans tous les organes que nous avons étudiés : rameaux, pousses de l'année (tiges et feuilles), bourgeons. Cette présence peut d'ailleurs s'expliquer, non seulement par un afflux particulièrement intense, mais aussi par un pouvoir réducteur encore faible de la plante à leur égard, à ce moment où la photosynthèse est encore peu active.

L'arbre entre ensuite dans une période de croissance active, qui se poursuit jusqu'au début de l'été. Les feuilles se développent, et l'on note une diminution du taux d'azote organique, par rapport au poids frais, de 1,20-1,30 % dans les plus jeunes feuilles, à 0,80-0,90 %, dans les plus anciennes, et, simultanément, une diminution de la plupart des acides aminés.

La présence d'une quantité notable de glycocolle témoigne d'une photosynthèse active; on ne le trouve qu'à l'état de traces dans les autres organes, sauf dans les apex des pousses en croissance, pendant les mois d'avril-mai, où l'on trouve les plus fortes proportions de cet acide aminé.

La proportion de l'acide aspartique par rapport à l'acide glutamique diminue des plus jeunes feuilles aux plus âgées; la variation dans le même sens du rapport entre l'acide citrique et l'acide malique, montre bien la liaison entre ces deux acides aminés et le cycle citrique; l'abondance simultanée de l'acide glutamique et de l'acide malique a d'ailleurs été déjà signalée chez le maïs ([4]), où elle caractérise, comme ici, les feuilles âgées. La proportion d'asparagine par rapport à l'acide aspartique est maximale dans les feuilles situées à la partie moyenne des rameaux : dans les très jeunes feuilles le besoin d'azote, dû à l'abondance des synthèses nécessaires à leur développement, freinerait la formation d'asparagine, tandis que dans les plus vieilles feuilles, le faible taux de celle-ci serait plutôt dû à une alimentation azotée ralentie. La quantité d'arginine, qui est importante dans les feuilles pendant la pleine végétation, diminue des plus jeunes feuilles aux plus anciennes, mais, comme l'asparagine par rapport à l'acide aspartique, elle est, proportionnellement à l'acide glutamique, plus abondante dans les feuilles situées à la partie moyenne des rameaux.

Pendant cette période de végétation active, la glutamine disparaît presque complètement des feuilles, des apex et souvent des tiges; ce fait suggérerait l'abondance des transaminations pendant cette période.

A la fin de l'été, lorsque les pousses ont cessé de croître, l'ensemble des feuilles s'appauvrit en acides aminés, notamment en acides aspartique et glutamique, en asparagine et en arginine; les feuilles de la partie supérieure des pousses sont alors à peine plus riches que celles de la base. Les mêmes variations se produisent dans les tiges de ces pousses, sauf pour l'arginine, laquelle devient très abondante dans leur partie supérieure, qui portait des feuilles riches en arginine, tandis qu'elle augmente à peine dans leur partie inférieure, dont les feuilles étaient assez pauvres : il semble donc y avoir migration limitée, des feuilles vers leur point d'insertion sur les rameaux.

Les feuilles contiennent à cette époque, la plus faible proportion d'asparagine par rapport à l'acide aspartique, que nous avons rencontrée dans l'ensemble de l'arbre. Ce fait, lié à la disparition presque complète de l'arginine, et à la diminution de la quantité totale d'acides aminés, montre combien l'afflux d'azote doit être faible à cette époque; il n'est cependant pas nul, puisqu'on ne note pas de diminution de l'azote organique total, sauf peut-être dans les jours qui précèdent la chute des feuilles. A ce moment, un grand nombre d'acides aminés augmentent, notamment l'acide aspartique, l'asparagine, le glycocolle, la sérine, la valine, la leucine, la thréonine, la glutamine, la phénylalanine, la proline. Seuls l'alanine et l'acide amino-butyrique diminuent, tandis que l'acide glutamique varie peu. Les mêmes acides, sauf l'acide aspartique et l'asparagine, augmentent simultanément dans les rameaux, il semble donc y avoir migration de ces acides aminés, qui proviennent probablement de la lyse des protéines des feuilles jaunissantes.

Pendant le repos végétatif, le rapport acide aspartique acide glutamique est élevé dans les bourgeons mais faible dans les rameaux; on peut noter la même relation que dans les feuilles avec le rapport acide citrique acide malique, celui-ci étant beaucoup plus faible dans les rameaux que dans les bourgeons.

La proportion d'asparagine reste faible, mais la quantité d'arginine augmente, surtout à la base des rameaux, témoignant que l'activité physiologique de l'arbre n'est pas nulle, même à cette époque. L'afflux d'azote des racines vers les rameaux doit persister, mais la croissance est extrêmement faible et le taux d'azote organique n'augmente ni dans les tiges, ni dans les bourgeons : cet azote est vraisemblablement emmagasiné sous forme d'arginine, qui consomme pour sa synthèse une quantité de glucides relativement faible, alors que la photosynthèse ne subsiste que dans les parenchymes chlorophylliens des rameaux.

(1) A. Schneider, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2029.
(2) T. M. Reynolds, *Austral. J. Chim.*, 10, n° 2, 1957, p. 198-201.
(3) H. Duranton, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 3095; 247, 1958, p. 502.
(4) J. Carles, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 39, 1957, nos 9-10, p. 1177-1182.

(*Laboratoire de Physiologie végétale de l'Institut Catholique de Toulouse et Laboratoire de Botanique appliquée de la Faculté des Sciences de Toulouse.*)

ZOOLOGIE. — *Sur les tendances évolutives et la phylogénie des Pélobates (Batraciens Anoures) actuels.* Note de M. **Georges Pasteur**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

On peut distinguer parmi les Pélobates actuels deux phylums principaux formant deux genres. La biogéographie permet de conclure que dans le genre plurispécifique les formes dont le crâne est le moins ossifié sont les plus récentes.

L'étude du squelette de toutes les espèces des Batraciens anoures du genre *Pelobates* a révélé tout d'abord que l'une d'elles diffère tant des autres qu'elle représente un genre distinct :

Pseudopelobates nov. gén. — Pélobatidé à faciès de *Pelobates*, mais dont 4 vertèbres dorsales (au lieu de 3) sont porteuses de diapophyses très allongées perpendiculairement à l'axe vertébral, et dont l'atlas est fusionné avec la première de ces vertèbres. Espèce : *P. transcaucasicus* (Delwig, 1928).

Ces caractères paraissent écarter ce nouveau genre de tous les autres Anomocœla, d'autant plus qu'ils portent sur des os d'origine chondrale. Pourtant, puisque *Pseudopelobates* montre non seulement le préhallux des Pélobatinés, mais encore la même ossification dermique du crâne, unique chez les Anoures, que *Macropelobates* et *Pelobates*, il doit être étroitement apparenté à ces derniers, au sein de la sous-famille. D'autre part, le fait que la colonne vertébrale du Procœla éteint, *Palæobatrachus*, présente les mêmes particularités que celle de *Pseudopelobates* semble témoigner d'une communauté de tendances évolutives, et suggère que les Pélobatinés sont peut-être les Anomocœla les plus apparentés aux Procœla.

En ce qui concerne les Pélobates qui constituent le genre *Pelobates sensu stricto*, le problème en suspens, fort discuté naguère, consiste à savoir s'il y a actuellement tendance à l'allègement ou à l'alourdissement de la tête en tissu osseux dermique secondaire : les formes qui subissent la plus forte ossification superficielle tardive du crâne dérivent-elles de celles qui en subissent une moindre, ou en sont-elles dérivées ? Les arguments invoqués en faveur des deux solutions peuvent être mis en doute aujourd'hui par les données générales de la paléontologie. Un seul paraît sérieux : la diminution de taille des Pélobatidés au cours de leur évolution, nette

d'après les fossiles connus; Gislèn [1] y voyait une preuve de l'ancienneté de *P. cultripes* et de *P. syriacus*, plus grands que *P. fuscus* en même temps que plus ossifiés. Mais notre connaissance des formes disparues est trop fragmentaire pour fournir plus qu'une probabilité.

La biogéographie, semble-t-il, tranche le débat en étayant l'opinion de Gislèn. Ainsi, dans le phylum *P. syriacus-P. fuscus* [2], alors que *P. fuscus* couvre, de la France au-delà de l'Oural et des Balkans à Léningrad, une surface d'un seul tenant, sans différenciation sub-spécifique valable [3], *P. syriacus* montre une population danubienne (*P. s. balcanicus*) et une population transcaucasique (*P. s. bœttgeri*) sans contacts avec la sous-espèce typique turco-syrienne. Il est clair que *P. fuscus* est une espèce jeune, et *P. syriacus* une vieille espèce. Et tandis que *P. s. syriacus* a le crâne large, de forts ponts postorbitaires et les sutures inter- et frontonasales estompées, chez *P. s. balcanicus* le crâne ressemble à celui de *P. fuscus* : même étroitesse relative, apophyses postorbitaires des squamosaux et du frontopariétal ne se rejoignant que rarement, et, entre les nasaux et le frontopariétal, toujours distincts, sphénethmoïde parfois visible dorsalement. *P. fuscus* ne faisant qu'accentuer les derniers caractères, sans doute descend-il de *P. syriacus* par l'ancêtre de *balcanicus*.

La biogéographie de la seule espèce *P. syriacus* plaide en faveur de la tendance du crâne à s'alléger : *P. s. bœttgeri* différant aussi de *P. s. syriacus* par des ponts postorbitaires très minces et un crâne étroit, la répartition des trois sous-espèces ne s'explique que si l'on admet que *P. s. balcanicus* et *P. s. bœttgeri* se sont différenciés indépendamment à partir de la population turque qui les sépare en évoluant parallèlement.

Dans le phylum de *P. cultripes*, le Pélobate marocain, qui, très mal connu, avait été rapporté à cette espèce franco-ibérique, s'est en fait différencié, grâce à son isolement, en une espèce particulière, décrite ailleurs [4] sous le nom de *P. varaldii*. Or, ses ponts postorbitaires sont plus ou moins étroits, et son sphénethmoïde est visible dorsalement en avant du frontopariétal, alors que, de tous les crânes de Pélobates, c'est celui de *P. cultripes* dont le squelette dermique secondaire est le plus puissant : il s'étend loin en arrière des yeux, souvent sans la moindre échancrure au niveau des sutures squamoso-pariétales, lesquelles disparaissent en général, et si les sutures inter- et frontonasales sont parfois distinctes, il ne montre habituellement pas de fontanelle frontale (il ne paraît pas douteux, ajoutons-le, que *P. varaldii* dérive de *P. cultripes*, au lieu de l'inverse, pour les raisons suivantes : origine européenne bien établie des Batraciens berbériques, migration d'Est en Ouest des Pélobatidés de l'Ancien Monde durant le Tertiaire, absence totale d'autres Pélobatidés, fossiles ou actuels, en Afrique boréale, contrastant avec la prospérité de la famille en Europe).

En somme, la tendance du crâne des Pélobates actuels vers un allé-

gement semble générale. Mais elle est sans doute relativement récente. En effet, chez *Macropelobates* de l'Oligocène mongolien, proche encore de la souche commune des *Scaphiopus* et des Pélobates, le tissu osseux dermique secondaire, s'il existait déjà, se montrait néanmoins à peine aussi développé que chez notre *P. fuscus :* il n'a probablement atteint qu'au cours du Néogène une importance comparable à celle que nous lui voyons encore chez *P. cultripes*, pour ne tendre à diminuer qu'ensuite, l'inversion évolutive n'étant pas surprenante, puisqu'il s'agit d'un caractère sans rôle et très fluctuant.

(1) *Zoogeographica*, 3, 1936, p. 119-131.

(2) De l'avis de tous les auteurs, la filiation est directe, quel qu'en soit le sens, entre les deux espèces; leur tubercule métatarsien est identique, et les formes de passage sont intermédiaires géographiquement en même temps que morphologiquement. *P. fuscus* se distingue de *P. syriacus* (et des autres pélobates) par une curieuse expansion ethmoïdienne qui fait saillie à l'avant entre les prémaxillaires.

(3) Le *P. fuscus insubricus* italien, déclaré jadis valable par Wolterstorff, par comparaison avec des sujets septentrionaux, et conservé depuis, ne diffère guère de spécimens du Sud-Est de l'Europe; *P. Fuscus* est tout au plus un cline.

(4) G. Pasteur et J. Bons, *Trav. I. S. C. Zool.*, 17, 1958 (sous presse).

(*Faculté des Sciences, Rabat.*)

ZOOLOGIE. — *Adaptation chromatique et cycle d'intermue chez* Leander squilla (*Crustacé décapode*). Note de Mlle Colette Chassard, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le maximum de contraction des pigments rouge et jaune de *Leander squilla*, par adaptation à un fond blanc, dépend du stade du cycle d'intermue. Immédiatement après la mue, les pigments ne peuvent se concentrer complètement et demeurent à l'indice d'étalement moyen; la concentration la plus forte n'est observable que vers la fin du cycle.

La livrée chromatique de *Leander squilla* ressemble à celle de *Leander serratus* : raies formées de grands chromatophores bichromes jaune-rouge et fond où se dispersent des chromatophores bichromes jaune-rouge plus petits et des monochromes jaunes (absents chez *L. serratus*).

Seuls les résultats concernant les chromatophores bichromes des raies seront exposés ici. Les animaux utilisés sont des femelles (matériel plus abondant que les mâles); les expériences ont été réalisées sur des animaux de taille comprise entre 3 et 5 cm et les courbes représentent les moyennes faites sur 60 individus. Les Crevettes ont subi les adaptations aux fonds noir et blanc. L'échelle d'étalement des chromatophores qui comprend six indices est celle utilisée par J. B. Panouse (1) (indice 0 : contraction maxima

du pigment ; indice 5 : dispersion maximale). Les stades du cycle d'intermue ont été définis par P. Drach [2] ; ce cycle est divisé en quatre périodes : la période A suit immédiatement la mue, le squelette tégumentaire a une consistance de membrane molle ; B, période de première consolidation du

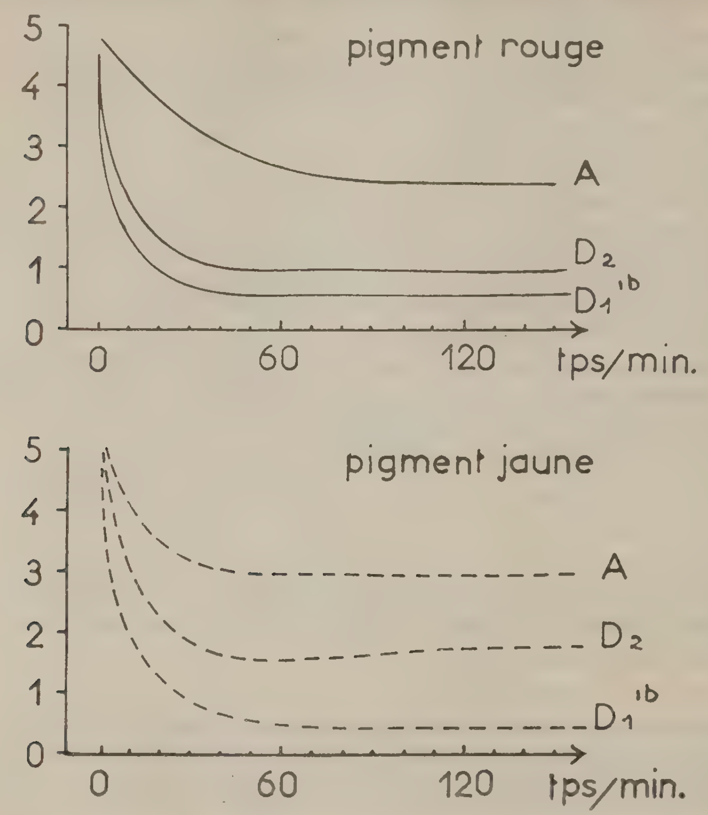


Fig. 1. — Adaptation au fond blanc des chromatophores des raies de *Leander squilla* en fonction du temps. En ordonnée, échelle d'étalement des chromatophores.

squelette ; C, le squelette est dur mais continue à s'épaissir ; D, le futur squelette est progressivement construit sous l'ancien (formation des soies). Ces quatre périodes se subdivisent au total en dix stades : A, B_1, B_2, C, D_0, D'_1 *a*, D'_1 *b*, D''_1, D'''_1 et D_2 ; leurs limites précises sont déterminées par les caractères relatifs à l'évolution des soies.

Les expériences d'adaptation aux fonds noir et blanc ont été faites en tenant compte du cycle d'intermue de l'animal. B. T. Scheer [3] a réalisé sur une autre espèce des expériences dont les méthodes et protocoles ont conduit à des résultats non comparables aux nôtres.

Les courbes d'adaptation au fond noir ne présentent pas de différence

notable en rapport avec le cycle d'intermue : les pigments rouge et jaune s'étalent normalement jusqu'à l'indice maximum (5).

Au contraire, l'adaptation au fond blanc dépend dans une large mesure du stade d'intermue. Deux phénomènes ont été mis en évidence :

1° Le premier est démontré par l'évolution de la concentration des pigments rouge et jaune en *fonction du temps* (*fig.* 1) :

a. Pigment rouge. — Au stade A (immédiatement après la mue), concentration lente qui n'atteint son maximum qu'après 1 h d'adaptation. Aux stades D'_1 *b* et D''_1, adaptation la plus rapide avec courbe à forte pente; elle atteint son maximum après 35 mn. Au stade D_2 (juste avant la mue), courbe à pente moins forte qu'au stade D'_1 *b*.

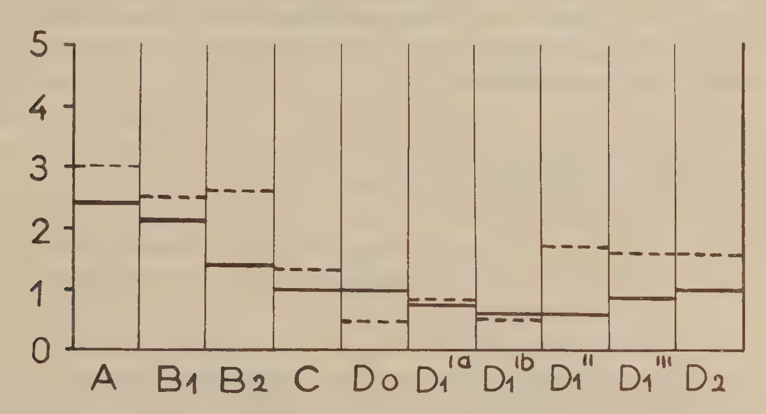


Fig. 2. — Maximum de contraction des pigments rouge (traits continus) et jaune (traits discontinus) des chromatophores des raies par adaptation au fond blanc, en fonction des stades du cycle d'intermue (figurés en abscisse). En ordonnée, échelle d'étalement des chromatophores.

b. Pigment jaune. — Au stade A le maximum de concentration est atteint après 30 mn. Au stade D'_1 *b* le maximum de concentration est atteint après 50 mn. Au stade D_2, allure de la courbe intermédiaire par rapport aux deux stades précédents.

2° Le second phénomène consiste en une *modification des maximums de concentration avec le stade d'intermue* de l'animal (*fig.* 2) :

a. Pigment rouge. — Au stade A, le pigment ne peut se concentrer en deçà de l'indice 2,4. Le maximum de concentration (indice 0,6) n'est observable qu'aux stades D'_1 *b* et D''_1, tandis qu'au stade D_2 précédant immédiatement la mue on note une remontée du maximum.

b. Pigment jaune. — Au stade A, le pigment ne peut se contracter en deçà de l'indice 3. Aux stades D_0 et D'_1 *b* correspondent les maximums de concentration (indice 0,5), tandis qu'aux trois stades précédant la mue on observe une plus faible capacité de concentration du pigment.

Une *comparaison des résultats* obtenus par adaptation au fond blanc

des pigments rouge et jaune des chromatophores des raies, montre qu'aux mêmes stades du cycle d'intermue correspondent des maximums analogues de contraction des deux pigments. Il faut préciser qu'au stade A le maximum de concentration est atteint plus rapidement par le pigment jaune qui, cependant, ne peut dépasser l'indice 3, tandis que le rouge atteint l'indice 2,4.

Le maximum de contraction varie selon les stades, pour le pigment jaune entre l'indice 3 et l'indice 0,5 et pour le pigment rouge entre 2,4 et 0,6; l'amplitude de variation est plus faible pour ce dernier.

En conclusion, ces expériences sur *Leander squilla* mettent en évidence un rapport certain entre la capacité d'adaptation chromatique et le stade d'intermue. Elles permettent de supposer des connexions entre les phénomènes humoraux qui règlent ces deux manifestations physiologiques si importantes chez les Crustacés.

(1) *Ann. Inst. Océan.*, 23, 1946, p. 65-147.
(2) *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 78, 1944, p. 40-62.
(3) *Pub. Stne. Zool. Napoli*, 25, n° 3, 1954, p. 397-418.

(*Station Biologique de Roscoff et Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Paris.*)

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Inversion totale (féminisation) du sexe chez* Pelobates cultripes *Cuv. et féminisation partielle des gonades (intersexualité) chez* Pelodytes punctatus *Daud., à la suite d'un traitement gynogène par le benzoate d'œstradiol, administré pendant la vie larvaire.* Note (*) de MM. **Louis Gallien** et **André Collenot**, présentée par M. Robert Courrier.

Le benzoate d'œstradiol féminise totalement et dans 100 % des cas les gonades chez *Pelobates cultripes*. Le même hormone administrée à *Pelodytes punctatus* transforme les mâles génétiques en intersexués.

La différenciation sexuelle de la gonade des Amphibiens présente des variations réactionnelles diverses au traitement par les stéroïdes sexuels (1). Nous avons pu étendre nos expériences à deux représentants de la famille des Pelobatidés, *Pelobates cultripes* Cuv. et *Pelodytes punctatus* Daud. sur laquelle nous n'avions pas encore d'informations. Dans une première série de recherches nous avons étudié l'action du benzoate d'œstradiol.

1. Pelobates cultripes. — La grande taille du têtard et l'étalement de la durée de la vie larvaire, nécessitent l'administration de l'hormone en solution huileuse par voie parentérale dans la région buccale, selon la méthode décrite par l'un de nous (2).

Protocole expérimental. — Ponte du 2 mars 1957 (Toulouse), éclosion le 6 mars 1957.

Témoins (*série* T) : 20 animaux autopsiés à la métamorphose : *sex ratio :* 9 ♂ : 10 ♀.

Traitement gynogène (*série* DK) : 67 animaux ont été traités. Chacun a reçu en deux injections la valeur moyenne de 150 μg de benzoate d'œstradiol. La mortalité fut nulle pendant la vie larvaire. La métamorphose s'est déroulée du 20 juillet au 20 août 1958; 37 animaux ont été fixés à la métamorphose. Tous présentaient encore des traces de la solution huileuse injectée. 30 animaux ont été mis en élevage afin de suivre leur évolution ultérieure.

Les 37 animaux autopsiés à la métamorphose étaient des femelles. Le caractère des ovaires, facile à observer macroscopiquement, a été vérifié histologiquement. Les canaux de Müller marquent une hypertrophie sensible par rapport aux témoins.

Parmi le lot mis en élevage, 10 animaux autopsiés entre le 30 août 1957 et le 1er mars 1958 étaient des femelles dont les ovaires poursuivaient leur développement. Par conséquent, l'inversion du sexe des mâles génétiques paraît stable. Ce résultat montre que *Pelobates cultripes* a le même type de réactivité à l'hormone femelle que les Urodèles déjà éprouvés (*Ambystoma* et *Pleurodeles*) et le Xénope parmi les Anoures.

2. PELODYTES PUNCTATUS. — Le têtard est petit, la vie larvaire brève. Dans ces conditions l'œstradiol a été administré en solution aqueuse, en ajoutant une solution hydro-alcoolique d'hormone à l'eau des bacs d'élevage. La concentration a été établie pour deux séries expérimentales. L'hormone a été renouvelée chaque jour.

Protocole expérimental. — Ponte du 2 mars 1957 (Toulouse), éclosion le 6 mars 1957; début du traitement 15 mars 1957.

Témoins (*série* T) : 50 animaux. Métamorphose du 10 mai 1957 au 1er juin 1957. Pas de mortalité larvaire. 24 animaux ont été disséqués à la métamorphose. *Sex ratio :* 14 ♂ : 10 ♀. Un lot de 26 animaux fut réservé et mis en élevage.

Traitement gynogène. — *Série* DK_1 : Concentration de l'hormone 500 μg/1 l. 50 animaux traités. Mortalité : 1. Animaux autopsiés à la métamorphose : 24. *Sex ratio* : 13 ♀, 10 ⚥, 1 ♂. Un second lot de 25 animaux métamorphosés a été réservé.

Série DK_3 : Concentration de l'hormone 50 μg/1 l. 50 animaux traités. Mortalité nulle. Animaux autopsiés à la métamorphose : 26. *Sex ratio* : 16 ♀, 9 ⚥, 1 ♂. Un second lot de 24 animaux métamorphosés a été mis en élevage.

L'hypertrophie des canaux de Müller est notable dans les deux séries DK_1—DK_3. Les gonades intersexuées sont très sensiblement identiques

dans les deux séries. Ces gonades sont plus allongées que des testicules, mais moins larges et moins lobées que des ovaires. En coupe on retrouve le pigment superficiel très caractéristique des testicules persistant avec une intensité variée, mais distribué en profondeur. La structure de la gonade laisse reconnaître un cortex entourant des cystes testiculaires en spermatogenèse (celle-ci est également présente chez les ♂ témoins à la métamorphose). Le cortex montre des nids d'auxocytes et des stades caractéristiques de la préméiose. Il n'existe pas de cavité ovarienne. Il est clair qu'il s'agit de mâles génétiques transformés à des degrés divers en intersexués femelles.

Par conséquent chez *Pelodytes punctatus* l'effet gynogène du benzoate d'œstradiol sur les mâles génétiques est frappant, mais n'arrive pas à inverser complètement le sexe de la gonade. Dans l'espoir d'obtenir un virage total ou plus avancé dans le sens ovarien des intersexués, les animaux réservés des deux lots : 25 DK_1, 24 DK_3 ont reçu après la métamorphose une injection de 125 μg de benzoate d'œstradiol en solution huileuse (sac lymphatique dorsal). L'élevage est très difficile à conduire, les autopsies ont dû être faites entre le 10 juin 1957 et le 20 juillet 1957. Dans ce court délai, il n'a pas été possible d'observer un virage total des intersexués.

En conclusion le benzoate d'œstradiol administré à deux espèces représentant la famille des Pélobatidés, *Pelobates cultripes* et *Pelodytes punctatus*, s'est traduit par une action gynogène totale et stable pour *P. cultripes* où 100 % de femelles sont obtenues et un effet féminisant partiel, entraînant de l'intersexualité chez les mâles génétiques pour *Pelodytes punctatus*. L'interprétation des résultats obtenus sera présentée ultérieurement en considérant l'ensemble des réactions aux stéroïdes sexuels des diverses espèces d'Anoures et d'Urodèles éprouvées.

(*) Séance du 19 mai 1958.

(1) L. Gallien, *Rev. Suisse Zoologie*, 61, p. 349.

(2) L. Gallien, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 375 et *Bull. Biol. France et Belgique*, 72, 1944, p. 269.

(*Laboratoire d'Embryologie, Faculté des Sciences, Paris.*)

PHYSIOLOGIE. — *Action d'un œstrogène sur la consommation spontanée d'une boisson alcoolisée chez le Rat.* Note de Mme **Paule Aschkenasy-Lelu** (1), présentée par M. Robert Courrier.

Un traitement au diéthylstilbœstrol chez la Ratte est susceptible de faire diminuer la consommation spontanée d'une boisson alcoolisée au bénéfice de la consommation d'eau. Cette particularité ne semble pas imputable à la sous-alimentation qu'entraîne un tel traitement et laisse supposer une intervention des œstrogènes dans le contrôle de la consommation d'alcool.

Dans l'espèce humaine la consommation des boissons alcoolisées est en général plus élevée chez l'Homme que chez la Femme. Nous nous sommes demandé si une hormone sexuelle intervenait spécifiquement dans cette tendance à l'alcoolisme.

Nous avons abordé ce problème en cherchant tout d'abord si, chez la Ratte normale, la consommation spontanée d'une boisson alcoolisée se modifiait sous l'action d'une surcharge en hormone œstrogène.

Procédé expérimental. — 25 rattes adultes sont soumises à un même régime alimentaire synthétique complet [2]. Un premier groupe de 12 reçoit comme boisson, au choix, de l'eau du robinet et une solution alcoolique à 5°. Le second groupe de 13 peut choisir entre eau et vin rouge 5°. Ce choix spontané est enregistré pendant une prépériode de 20 jours; la position respective : droite-gauche des biberons est intervertie chaque jour pour éviter un choix par accoutumance à une position donnée.

Dans chacun des groupes, 6 animaux reçoivent alors pendant 10 jours des injections quotidiennes de diéthylstilbœstrol (DES) à la dose de 50 μg par jour.

Enfin, le choix spontané des animaux est enregistré également au cours d'une post-période de 5 jours. Les 6 et 7 animaux restants de chaque groupe servent de témoins : chacun d'eux reçoit une simple injection d'huile à la place de DES. En plus, chaque animal est apparié avec un rat au DES et ne reçoit pas plus d'aliment que ce conjoint n'en a consommé la veille; ceci, pour éliminer l'action possible de la sous-alimentation résultant de la surcharge en DES. On sait, en effet, qu'un traitement aux œstrogènes s'accompagne d'une réduction sensible de la consommation alimentaire [3], [4].

Résultats. — 1. *Consommation spontanée de boisson alcoolisée pendant la prépériode.* — Comme cela a été souvent signalé, il y a de grandes variations individuelles dans la grandeur des consommations quotidiennes.

— Pour *l'alcool*, la concentration utilisée (5°) se situant dans la zone des concentrations en alcool agréables pour le Rat [Richter [5]], les animaux boivent plus de solution alcoolique que d'eau : 4,4 ml par jour pour l'eau contre 11,1 pour la solution alcoolique (valeurs moyennes de consommation quotidienne pour 20 jours et pour 12 rats). Il n'y a aucun abstinent total, et seulement 2 rattes sur 12 consomment plus d'eau que de solution alcoolique. Par rapport au volume total de liquide ingéré, 66,7 % de la boisson consommée le sont sous forme de solution alcoolique et 33,3 % sous forme d'eau.

— Dans le groupe au vin, les résultats sont plus irréguliers et aucune préférence ne se manifeste. La consommation moyenne (13 rats) est de 6,3 ml pour le vin contre 7,9 pour l'eau; 41,9 % du liquide total ingéré le sont sous forme de vin, et 58 % sous forme d'eau. Le vin n'est donc

pas consommé suivant les mêmes modalités que la solution alcoolique de même titre; il n'est pas préféré à l'eau. Il se trouve un abstinent total parmi les 13 rats de ce groupe.

2. *Injections de diéthylstilbœstrol. — Rats à l'alcool.* — Les injections de DES font baisser la consommation absolue de solution alcoolique chez les 6 rats à l'alcool. Mais comme les œstrogènes ont une action inhibitrice sur l'ingestion d'aliment et de liquide, il est préférable d'exprimer les résultats en pour-cent de la boisson totale absorbée (tableau). Pendant la prépériode, la consommation de la solution alcoolique représente 70 % de la boisson totale, et l'eau 30 %. Pendant la période des injections la consommation de solution alcoolique tombe à 32 %, celle d'eau augmentant jusqu'à 68 %. Malgré les grandes variations individuelles, la différence entre les moyennes est significative ($P < 0,05$).

Consommations moyennes d'eau et de boisson alcoolisée en pour-cent du total de boisson ingérée.

		Groupes à la solution alcoolique (12 rats).		Groupes au vin (12 rats).	
		Eau.	Solution alcoolique.	Eau.	Vin.
			(6 rats)		(5 rats)
Rats au DES	Avant	29,4	*70,5 ± 9,2	58,1	*50,7 ± 11,7
	Pendant	67,8	*32,1 ± 9,8	82,5	*21,0 ± 9,2
	Après	62,4	37,4	76,5	23,4
			(6 rats)		(7 rats)
Rats témoins	Avant	36,8	63,0	58,3	41,5
	Pendant	38,6	61,2	50,0	50,0
	Après	46,5	53,3	77,9	21,9
Validité statistique		*$t = 2,8$ $P < 0,05$		*t = 2,0 t théorique : 2,20 pour $P = 0,05$	

Rats au vin. — La consommation moyenne de vin en pour-cent du volume total ingéré passe de 50,7 % pendant la prépériode à 21,0 % pendant les injections. La différence entre les moyennes est à la limite de la validité statistique ($t = 2,0$, alors que le t théorique serait de 2,20 pour $P = 0,05$); on est obligé d'éliminer des calculs, le rat qui s'est révélé abstinent total. Dans le même temps, la consommation de l'eau passe de 58,1 à 82,5 %.

Si l'on additionne tous les rats qui ont consommé une boisson alcoolisée quelle qu'elle soit (solution alcoolique ou vin) et reçu du DES (11 rats), la différence entre les moyennes de boisson alcoolisée consommée est largement significative : 61,5 % avant les injections, contre 27,0 pendant ($P < 0,01$).

Dans les deux groupes pendant la post-période, d'ailleurs trop brève, la consommation moyenne de boisson alcoolisée tend à remonter légèrement, alors que celle d'eau diminue un peu.

3. *Témoins : action des injections d'huile avec restriction alimentaire comparable à celle que subissent les rats au DES.*

Alcool et vin. — Aucune différence significative ne se manifeste entre les moyennes des consommations de boisson alcoolisée lors de la prépériode et de la période expérimentale, mais une légère chute sans signification statistique au moment de la reprise du régime normal d'alimentation *ad libitum.*

(1) Avec la collaboration technique de M[lle] Geneviève Goron (C.N.R.S.).

(2) P. Aschkenasy-Lelu et A. Aschkenasy, *Arch. Sc. Physiol.*, 11, 1957, p. 125-150.

(3) V. Korenchevsky et M. Dennison, *Biochem. J.*, 28, 1934, p. 1474-1485.

(4) P. Lelu, *Thèse Fac. Sc.*, Strasbourg, 1943.

(5) C. P. Richter et K. H. Campbell, *Science*, 91, 1940, p. 507-508.

ENDOCRINOLOGIE. — *Sur la nature du contrôle de la fonction lutéotrophe de l'hypophyse antérieure par l'hypothalamus chez la Ratte.* Note de M. **Jean-Jacques Alloiteau**, présentée par M. Robert Courrier.

Si, chez la Ratte, on greffe dans le rein une moitié de l'hypophyse antérieure, l'autre moitié restant en place, des pseudogestations à répétition se substituent aux cycles œstraux. Le greffon ayant un pouvoir lutéotrophe qu'il n'aurait pas eu s'il était resté en situation normale, on peut en conclure que l'hypothalamus exerce habituellement une influence inhibitrice sur la fonction lutéotrophe de l'hypophyse en place.

On discute actuellement de la nature du stimulus qui aboutit à la sécrétion de prolactine par l'hypophyse antérieure. Chez la Ratte privée de ses petits, Benson et Folley (1) retardent, à l'aide d'ocytocine, l'involution mammaire; pour eux, l'ocytocine est un stimulant spécifique de la fonction lutéotrophe. Ils sont suivis par Desclin (2) qui, injectant cette substance à des rattes en œstrus, libère ainsi la fonction lutéotrophe puisqu'il obtient un fort pourcentage de pseudo-gestations authentifiées par des déciduomes traumatiques. De même, Stutinsky (3), grâce à l'ocytocine, obtient des déciduomes chez la Ratte privée de ses petits quatre jours après la mise-bas. Mais il convient d'être prudent, car la pseudogestation peut être provoquée de bien des façons : extraits d'organes divers (4), bain froid (5), sérum hypertonique (6), etc. D'autre part, Everett (7) a montré que l'hypophyse antérieure greffée dans le rein maintient les corps jaunes (C. J.) pendant des mois. Il considère que, privée de ses relations avec l'hypothalamus, l'hypophyse sécrète encore de la prolactine; mais il ne donne aucune précision sur le niveau fonctionnel

du greffon, du point de vue lutéotrophe. De ce que le greffon, stimulé par l'œstradiol, sécrète assez de prolactine pour transformer les C. J. en C. J. gestatifs, on ne peut rien conclure quant à l'importance de la sécrétion du greffon en l'absence d'œstradiol. Mais Everett pose la question des rapports hypothalamus-hypophyse dans le domaine lutéotrophe et se demande si l'action de l'hypothalamus n'y serait pas à type d'inhibition. Cette conception est peu compatible avec celle d'une stimulation par l'ocytocine ou par une substance analogue.

Matériel et méthodes. — Le point de départ a été le suivant : si un greffon hypophysaire sécrète de la prolactine en quantité appréciable, même après des mois, peut-être est-il capable de transformer un C. J. cyclique en C. J. pseudogestatif. Pour nous placer dans les meilleures conditions, nous avons eu recours à des autogreffes, mais alors, pour que reste possible le renouvellement des follicules et des C. J. ovariens, un fragment d'hypophyse doit rester dans la loge hypophysaire. Des rattes Wistar âgées de 3 à 4 mois subissent donc une hypophysectomie partielle : une moitié environ du lobe antérieur est laissée en place, l'autre moitié est greffée sous la capsule rénale. Le sort du lobe postérieur, laissé en place ou enlevé, est sans importance. Des frottis vaginaux sont faits chaque jour.

Résultats. — 1° Chez un petit nombre d'animaux l'intervention a mobilisé dans sa loge le fragment sellaire : ces rattes entrent en diœstrus permanent; parfois, après des semaines ou des mois, reparaissent des œstrus typiques généralement espacés de 11 à 14 jours. Ce qu'on observe chez la quasi-totalité des animaux correctement opérés, ce sont d'emblée *des œstrus espacés de 11 à 14 jours*; le plus souvent il en est ainsi de *façon définitive*; rarement entre deux cycles longs s'intercale un cycle habituel de 4 ou 5 jours.

2° *Les cycles longs sont dûs à des pseudo-gestations.* Ceci est prouvé par la mucification du vagin étudié sur biopsies au 7-8e jour et surtout par les très beaux déciduomes traumatiques obtenus par passage d'un fil 4 jours après l'œstrus : 16 animaux sur 18 ont présenté des déciduomes, ceci de 1 à 6 mois après la greffe.

3° *Ces pseudo-gestations sont liées à la présence du greffon.* Après essai de section de la tige pituitaire, Richter [5] note parfois des pseudo-gestations à répétition qu'il explique par une dégénérescence nerveuse rétrograde lésant l'hypothalamus. Or une telle explication n'est sûrement pas valable pour nos animaux, puisqu'il suffit d'enlever le greffon pour leur rendre une activité génitale apparemment normale : cycles de 4 ou 5 jours, possibilité de pseudo-gestation par excitation mécanique du col utérin. Les résultats de Richter s'expliquent peut-être par le fait qu'une partie de l'hypophyse antérieure, soustraite au système porte hypothalamo-hypophysaire, se comporte comme un greffon.

Discussion. — Des expériences précédentes, il ressort qu'un fragment hypophysaire greffé hors de sa loge perturbe profondément les fonctions génitales de la Ratte, en rendant fonctionnel le C. J. cyclique. Dans l'état actuel de nos recherches, il nous est impossible de dire que le greffon est, à lui seul, responsable de la pseudo-gestation : des expériences en cours nous ont en effet montré que la pseudo-gestation peut continuer malgré l'ablation du greffon 4 jours après l'œstrus, ce qui suppose un entraînement secondaire de l'hypophyse en placé. Mais ce qu'on peut d'ores et déjà affirmer, c'est que, chez un animal doté d'un équilibre endocrinien absolument normal grâce au tissu hypophysaire resté en place, le tissu greffé a, au moins à certaines périodes et peut-être en permanence, une activité lutéotrophe suffisant à rendre le C. J. fonctionnel. Ce pouvoir, il ne l'aurait pas eu s'il n'avait pas été éloigné de l'hypothalamus, ce qui revient à dire que l'hypothalamus exerce normalement un effet inhibiteur sur la fonction lutéotrophe du lobe antérieur. Ne serait-ce pas en levant ce frein hypothalamique qu'agiraient tous les stimulus et agressions provoquant des pseudo-gestations ? Cette conception qui asseoit l'hypothèse d'Everett semble difficilement conciliable avec l'opinion de Folley qui voit dans l'ocytocine l'activateur spécifique de la fonction lutéotrophe. L'ocytocine n'agit-elle pas plutôt comme facteur d'agression non spécifique ? Pour notre part, opérant dans des conditions strictement identiques et avec un produit de même provenance, nous n'avons eu que des échecs lorsque nous avons voulu reproduire l'expérience de Desclin (²).

(¹) G. K. Benson et S. J. Folley, *Nature*, 117, 1956, p. 700; *J. Endoc.*, 14, 1957, p. XL.
(²) L. Desclin, *C. R. Soc. Biol.*, 150, 1956, p. 1488.
(³) F. Stutinsky, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1537.
(⁴) W. W. Swingle et coll., *Amer. J. Physiol.*, 167, 1951, p. 586.
(⁵) C. P. Richter, *Recent Progress in Hormone Research*, 12, 1957, p. 105.
(⁶) A. Psychoyos, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 1741.
(⁷) J. W. Everett, *Endrocrinology*, 58, 1956, p. 786.

(*Laboratoire de Morphologie expérimentale et Endocrinologie, Collège de France.*)

BIOLOGIE. — *Phénotype du bec des canetons de première et deuxième générations provenant de canards Pékin antérieurement traités à l'acide désoxyribonucléique de Canard Khaki Campbell.* Note de MM. **Jacques Benoit**, **Pierre Leroy**, Mme **Colette Vendrely** et M. **Roger Vendrely**, présentée par M. Robert Courrier.

L'inhibition de la pigmentation jaune du bec, obtenue chez quelques femelles d'un lot de canards Pékin (P) injectés dans leur jeune âge d'acide désoxyribonucléique de Canard Khaki Campbell, avait été constatée en 1957 sur des canetons (F 1) nés des canards injectés P. Ce caractère se retrouve en 1958 sur quelques sujets d'une autre génération F 1 issue des mêmes parents P et d'une deuxième génération F 2 issue de F1.

L'injection d'acide désoxyribonucléique (DNA) de Canard Khaki à des canetons Pékin âgés de 8 jours (9 femelles et 3 mâles) a entraîné entre autres modifications [1] chez 4 femelles la disparition plus ou moins

♂ N°.	♀ N°.	Souche.	Phénotype du bec des progéniteurs.	Canetons éclos.	Canetons à bec rose.	rose + jaune.	jaune.
			Nouvelles générations F 1.				
14	.....	P(DNA)	Jaune	...	..	..	...
	6	»	Rosé	11	3	3	5
	25	»	»	13	8	5	0
	5	»	Jaune	4	0	3	1
	11	»	»	17	0	9	8
	8	»	Rosé	0	–	–	–
	728	*Pékin témoin*	Jaune	19	1	5	13
18	.....	P(DNA)	»	...	..	..	...
	4	»	Rosé	18	10	6	2
	3	»	Jaune	11	0	2	9
	17	»	»	10	0	0	10
	23	»	»	4	0	3	1
	724	*Pékin témoin*	»	25	0	9	16
	57–69	»	»	48	0	5	43
		Totaux..........		180	22	50	108
			Génération F 2.				
172	.....	F 1	Rose	...	..	..	...
	164	»	»	3	3	0	0
	162	»	»	0	–	–	–
	606	*Pékin témoin*	Jaune	0	–	–	–
	735	»	»	14	7	2	5
160	.....	F 1	»	...	..	..	...
	163	»	»	7	0	3	4
	167	»	»	29	1	11	17
	176	»	Jaune rosé	22	0	10	12
	732	*Pékin témoin*	Jaune	29	0	8	21
	0518	»	»	29	0	15	14
179	.....	F 1	Rosé	...	..	..	...
	161	»	Jaune	14	0	4	10
	175	»	Rosé	17	0	7	10
	177	»	»	11	0	3	8
	0519	*Pékin témoin*	Jaune	22	0	8	14
	0521	»	»	11	0	3	8
		Totaux..........		208	11	74	123
			Témoins.				
2 ♂ × 10 ♀		Pékin témoins	Jaune	291	0	0	291

complète de la pigmentation jaune du bec, d'où un rosissement de sa teinte dû au sang sous-jacent que ne masque plus le pigment jaune. 1 mâle (n° 18) et 1 femelle (n° 17) n'ont subi aucun effet des injections (²).

Les sujets traités (P) se reproduisirent entre eux au printemps 1957 et donnèrent naissance à un lot de 23 canetons (F 1) dont 5 possédaient un bec dépigmenté d'aspect rose. Retrouverait-on ou non ce caractère dans une nouvelle génération F 1 issue des mêmes sujets P et dans une génération F 2 provenant des premiers sujets F 1 ? aucun des progéniteurs ne recevant plus d'injection de DNA de Khaki. Tous les sujets P et quelques sujets F 1, ces derniers choisis parmi ceux dont le bec à l'éclosion était rose ou plus ou moins privé de pigment jaune, furent mis en reproduction pedigree. Chaque parquet comportait un mâle P ou F 1, plusieurs femelles P ou F 1 et une ou deux femelles Pékin témoins. Des canards Pékin témoins furent également mis en reproduction pedigree. Tous ces animaux furent gardés dans des conditions identiques de logement, de boisson et d'alimentation, celle-ci équilibrée en fonction des besoins physiologiques de la reproduction.

Nous avons obtenu, au cours d'éclosions échelonnées du 14 mai au 16 juillet 1958, 180 nouveaux canetons F 1, 208 F 2 et 291 Pékin témoins. Le tableau ci-joint expose, en trois groupes, le cas de nos sujets à l'éclosion : 1° ceux dont le bec est rose, c'est-à-dire dépourvu de pigment jaune, sans qu'on puisse affirmer cependant l'absence totale de ce pigment (l'analyse chimique d'une biopsie de la peau du bec n'est guère concevable à l'éclosion et l'étude du phénomène, à ce stade de l'expérience, doit être faite à l'échelle individuelle); 2° ceux dont le bec rose-jaune présente une forte diminution du pigment jaune; 3° ceux enfin dont le bec est jaune.

On constate que : 1° les accouplements P × P ont donné naissance à une *nouvelle génération* F 1 comptant 88 sujets dont 21 à bec rose qui proviennent de trois ♀ P (4, 6 et 25) chez lesquelles le pigment jaune du bec avait disparu à la suite des injections de DNA de Khaki, 31 à bec rose jaune et 36 à bec jaune. Les accouplements P × canes témoins ont donné 92 canetons dont un seul présentait un bec franchement rose, 19 avaient le bec rose-jaune et 72 le bec jaune. 2° Le croisement entre eux des sujets F 1 issus des sujets P en 1957 a donné 103 *canetons* F 2, dont 4 à bec rose, 38 à bec rose-jaune et 61 à bec jaune. Un des canetons à bec rose provenait de parents F 1 à bec jaune (♂ 160 × ♀ 167); les trois autres, du ♂ 172 dont le bec était à l'éclosion privé de pigment jaune. Ce même ♂ 172 a donné en outre 7 autres canetons à bec rose dont la mère (♀ 735) était une cane témoin, donc à bec jaune. 3° 291 canetons issus de 2 ♂ et 10 ♀ Pékin témoins ont tous le bec jaune.

Il est intéressant de noter que l'inhibition de la pigmentation jaune du bec remarquée en 1956, fut observée sur une première génération F 1

en 1957 et une année plus tard, sur une deuxième génération F 1. Il est plus intéressant encore de retrouver le même caractère (absence de pigmentation jaune du bec) sur des sujets de génération F 2 et surtout sur 7 sujets issus d'un ♂ F 1 (172) à bec primitivement rose et d'une ♀ Pékin témoin (735). Les canetons à bec rose proviennent, en grande majorité, de progéniteurs dont un au moins avait le bec à fond rose.

Signalons enfin que des modifications somatiques caractéristiques, du type de celles observées en 1957 chez des sujets injectés P, s'observent, dans un certain nombre de cas, non seulement chez leurs descendants F 1 et F 2 à bec dépigmenté, mais aussi chez ceux dont le bec était, à l'éclosion, porteur de pigment jaune. Ces modifications somatiques seront décrites ultérieurement, après la fin de la croissance et l'acquisition du phénotype définitif.

(1) Parmi ces modifications, rappelons une pigmentation foncée, plus ou moins étendue sur le bec, qui s'est produite chez plusieurs femelles injectées. Cette pigmentation, que nous avons retrouvée en F 1, apparaît secondairement chez les individus âgés de plusieurs mois. Nous n'en parlerons pas dans la présente Note.

(2) *Comptes rendus*, **244**, 1957, p. 2320; **245**, 1957, p. 448; *Presse Médicale*, **72**, 1957, p. 1623-1624.

(*Laboratoire d'Histophysiologie du Collège de France et Laboratoire de Photobiologie du C. N. R. S., Paris; Centre de Recherches sur les Macromolécules du C. N. R. S., Strasbourg.*)

BIOLOGIE. — *Étude d'une hétérogreffe embryonnaire : Greffe de bourgeons de membre d'embryon de Souris sur l'embryon de Poulet.* Note de M. **Francis Bermann**, présentée par M. Robert Courrier.

De nombreux travaux depuis ceux de Murphy (1) ont montré la tolérance de l'embryon vis-à-vis des hétérogreffes, d'autres, et notamment ceux de Saunders, de Wolff et Hampé (2), ont mis en lumière les mécanismes du développement du membre des Oiseaux. Sur ces données, nous avons entrepris l'étude de l'hétérogreffe embryonnaire constituée par la transplantation d'un bourgeon de membre de Souris sur un embryon de Poulet.

Les cellules du transplant se distinguent de celles de l'hôte par leur coloration sur les préparations histologiques : il est donc possible de reconnaître leur participation respective aux structures obtenues.

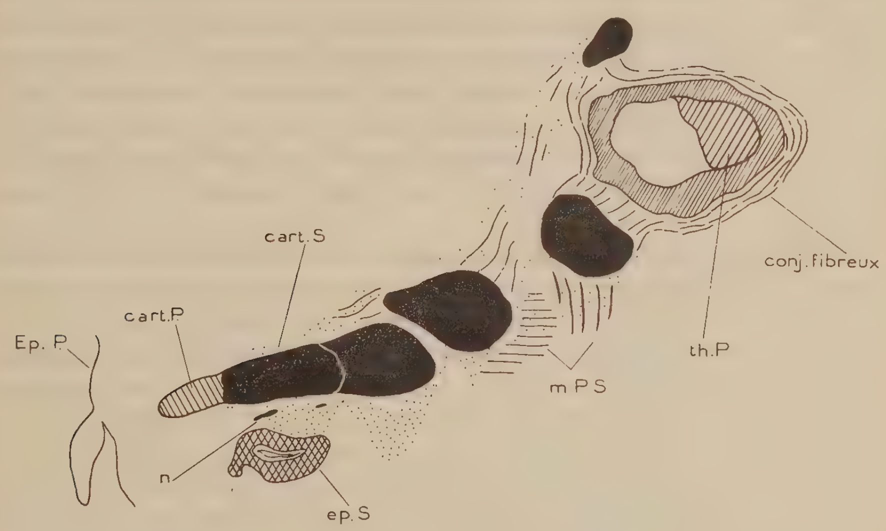
Matériel. — Embryons de Souris, 10 jours ± 12 h *post coïtum*. Embryons de Poulet, 72 h ± 12 h d'incubation à 38°.

Opération. — Le greffon est appliqué aussi étroitement que possible au corps de l'hôte, soit à la place d'un bourgeon de membre préalablement

excisé, soit dans une fente pratiquée dans son flanc. Il est prélevé pour examen après un temps variable, n'excédant pas 12 jours.

Nombre total de greffes : 120, Échecs (mort de l'hôte ou perte du greffon) : 61.

RÉSULTATS. — Ils peuvent se classer sous deux rubriques : les cas où le greffon a donné naissance à un organe plus ou moins rudimentaire et ceux où il a survécu sans évoluer.



Greffon développé dans la paroi thoracique. Examen 10 jours après l'implantation. Age de l'hôte : 13 jours. Le greffon a donné naissance à une série d'articles cartilagineux (cart. S) entre la peau de l'hôte (Ep. P) et son squelette thoracique (th. P). Un cartilage de Poulet (cart. P) coiffe le premier article de Souris tandis que les deux derniers sont pris dans la gaine conjonctive entourant l'élément du squelette thoracique en voie d'ossification. Le conjonctif de Souris (ponctué) se mêle aux masses musculaires avoisinantes (m. P. S.). La partie distale de l'implant comporte un sac d'épiderme de Souris (Ep. S) au voisinage duquel on observe un nerf (n).

1. *Formations évoluées* (6 cas). — Le greffon a donné naissance à des sortes de digitations dotées d'un squelette d'articles cartilagineux alignés.

La taille et, dans une moindre mesure, la forme de ces ébauches, rappellent celles d'un doigt de l'hôte au moment du prélèvement.

Elles sont constituées de tissus de Souris et de Poulet en proportions variables.

Exemples : Premier cas. — Digitation mixte, fixée au flanc de l'hôte, au niveau du membre postérieur amputé. Constituée dorso-ventralement de deux parties : la partie dorsale recouverte d'écailles est formée de tissus de Poulet, la partie ventrale de tissus de Souris. Chacune de ces parties comporte une série parallèle d'articles cartilagineux.

Deuxième cas. — Le greffon s'est développé dans le flanc, au sein des tissus de l'hôte. On observe sur les coupes des séquences d'articles carti-

lagineux, la plupart de Souris, quelques-uns mixtes, en rapport avec un sac d'épiderme de Souris coiffant le premier de ces articles (*voir* figure).

2. *Formations réduites* (53 cas). — Le tissu greffé se trouve réduit, au moment du prélèvement, à une petite masse de conjonctif très compact, entourant une baguette cartilagineuse et recouverte plus ou moins complètement d'épiderme de Souris.

La nécrose et les infiltrations érythrocytaires y sont fréquentes.

Différenciation et organisation des tissus greffés. — L'*épiderme* de Souris s'épaissit plus rapidement que celui de l'hôte et se kératinise. L'assise basale s'enfonce par endroits dans le conjonctif sous-jacent, qu'il soit de Poulet ou de Souris, pour former des follicules pileux caractéristiques. Les stades les plus évolués, examinés 12 jours après la greffe, montrent une papille dermique et une gaine conjonctive, pas encore de poil.

Le *mésoderme* se différencie en cartilage, en conjonctifs, plus rarement en muscle. Les cartilages les plus évolués sont en voie d'ossification périchondrale.

L'*irrigation* des greffons est le plus souvent déficiente. Le mésenchyme explanté ne forme que des capillaires ou des sinus veineux à parois unicellulaires très lâches. On rencontre de très nombreux érythrocytes de Poulet extravasés. Des lacunes se forment, gonflées de sang, qui finissent par occuper tout le greffon.

L'*innervation*, par contre, est souvent riche, même dans les greffons les moins évolués. Des filets nerveux, émis par l'hôte, semblent aboutir à l'épiderme de Souris.

Structures mixtes et chimères. — Le tissu implanté, surtout dans les premiers stades, reste bien individualisé : la séparation entre les territoires Poulet et Souris est franche. Ainsi une même baguette cartilagineuse peut être constituée de deux sections, l'une de Poulet, l'autre de Souris, le partage se faisant sans transition et affectant de la même façon le périchondre.

La présence de tissus de l'hôte dans des structures issues du greffon pose, par ailleurs, le problème de leur participation à l'induction de ces structures. C'est ainsi qu'on peut trouver un article cartilagineux de Poulet à l'extrémité apicale d'une séquence d'articles de Souris.

Cette collaboration des tissus hétérogènes se traduit également par l'insertion de fibres musculaires de l'hôte sur un cartilage de Souris et la condensation de mésenchyme de Poulet autour de follicules pileux formés par l'épiderme étranger.

L'intrication plus poussée des tissus hétérogènes dépend du tissu considéré et du degré d'évolution du greffon. Les tissus fibreux et musculaires se mêlent facilement : on trouve entre les fibres musculaires du Poulet

des histyocytes de Souris souvent très éloignés de leur territoire d'origine. Ce qui rejoint les observations faites *in vitro* par Ét. Wolff sur les chimères d'organes en culture (3). Au contraire, les cartilages ou les épidermes des deux espèces s'associent sans mélanger leurs cellules.

La concurrence entre tissus étrangers et tissus autochtones s'accentue avec l'âge : des digitations encore recouvertes d'épiderme de Souris ne sont bientôt plus garnies que de mésenchyme de Poulet, tandis que le mésenchyme de Souris se trouve fragmenté en îlots par la prolifération de celui-ci. La formation de chimères apparaît, dans ce cas, comme une étape dans la substitution des tissus de l'hôte à ceux de l'implant.

CONCLUSION. — Les greffes hétéroplastiques de bourgeons de membres de Souris sur l'embryon de Poulet ne donnent lieu à aucune manifestation caractérisée d'incompatibilité, mais les tissus transplantés n'en finissent pas moins par régresser.

Une explication de cette limitation du développement peut être trouvée dans la déficience de la vascularisation des implants.

Les développements obtenus permettent cependant de constater la collaboration des tissus homologues des deux espèces à l'édification de structures mixtes.

(1) J. B. MURPHY, *J. exp. Med.*, 17-4, 1913, p. 482-493.

(2) J. W. SAUNDERS, *J. exp. Zool.*, 108, 1948, p. 363-403; Ét. WOLFF et A. HAMPÉ, *C. R. Soc. Biol.*, 148, 1953, p. 154-156; A. HAMPÉ, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 3179.

(3) É. WOLFF, *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 79-4, 1954, p. 357-368.

(*Laboratoire d'Embryologie expérimentale du Collège de France et du C. N. R. S.*)

BIOLOGIE. — *Hypersensibilité de type retardée au lipopolysaccharide du bacille tuberculeux. Étude comparative des tests intradermiques à la tuberculine et à ce constituant non protéinique.* Note de Mlle **NINE CHOUCROUN**, MM. **PIERRE GRESLAND** et **RAOUL KOURILSKY**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

On a longtemps pensé que le développement de l'hypersensibilité tuberculinique qui s'établit au cours de l'infection par le bacille de Koch, ne pouvait être provoqué, chez les animaux susceptibles, que par le corps bacillaire tout entier.

Il a été montré par l'un de nous, que cette allergie particulière de type retardée, pouvait être conférée par des constituants chimiques de la cellule bactérienne. D'abord avec un extrait huileux de bacilles morts (1), ensuite avec un complexe protéinique précipité de cet extrait huileux (2). Enfin, il a été prouvé (3) que ce complexe protéinique ne provoquait le develop-

pement de cette hypersensibilité qu'en raison de la présence, au sein du complexe, du constituant lipopolysaccharidique (de symbole PmKo) trouvé lui aussi dans l'extrait huileux. Le fait que deux constituants bacillaires, l'un protéinique, l'autre lipopolysaccharidique, sont nécessaires pour que l'hypersensibilité au bacille de Koch s'établisse a été par ailleurs confirmé [4].

La découverte paradoxale du concours nécessaire d'un constituant lipidique pour que l'allergie tuberculinique se développe, devait inciter à rechercher la réponse de l'organisme sensibilisé à l'inoculation intracutanée de ce lipopolysaccharide PmKo. Les premières observations faites dans le service de Jean Paraf, avaient montré que le test intradermique au PmKo provoque chez des sujets tuberculeux, une réaction de type tuberculinique, révélant ainsi *l'existence d'une hypersensibilité de type retardée à un constituant bactérien non protéinique*, ce qui n'avait jamais été observé.

Une étude précise de cette hypersensibilité ne pouvait être tentée qu'avec des émulsions homogènes de ce constituant lipidique, dans l'eau physiologique. C'est avec de telles émulsions, fines et parfaitement stables (que nous avons depuis réussi à obtenir) que l'étude comparative des réactions intradermiques au PmKo et à la tuberculine IP 48 de l'Institut Pasteur, a été abordée.

Il fallait d'abord s'assurer de la *spécificité* de la réaction au PmKo, et pour cela éprouver des sujets n'ayant pas encore fait leur primo-infection. C'est au centre de Dieulefit, et grâce au concours du Docteur Marc Préault que nous avons trouvé de tels sujets en nombre suffisant pour rendre valable ce test de spécificité : 55 enfants d'âge variant entre 6 et 14 ans ont été soumis simultanément aux tests intradermiques à la tuberculine (10 unités) et au PmKo (10 μg). Aucun d'eux n'a réagi, ni à la tuberculine ni au PmKo, indiquant ainsi que l'hypersensibilité décelable par le PmKo est bien spécifique du contact préalable de l'organisme avec le bacille tuberculeux.

Notre étude a porté sur 436 malades, tuberculeux ou non, du service de pneumologie de l'hôpital Saint-Antoine. Ils ont été éprouvés par des antigènes aux concentrations de 3, 10 ou 50 unités pour la tuberculine; aux concentrations de 5 ou 10 μg pour le PmKo. Les deux injections étaient faites le même jour aux deux avant-bras du sujet, et les réactions lues trois jours plus tard. Pour chaque réaction, l'étendue et le degré de l'érythème ont été relevés sur calque et l'importance de l'induration soigneusement notée. L'intensité de la réaction a été évaluée en tenant compte de ces deux facteurs. Certaines réactions ont été photographiées. Le dossier médical de chaque sujet a été approfondi afin de saisir toute relation possible entre l'intensité des allergies décelées par ces réactions et les conditions physio-pathologiques.

La plupart des sujets atteints de tuberculose (208 sur 249) ont réagi positivement à la fois à 3 unités de tuberculine et à 5 μg de PmKo, avec des intensités comparables dans 68 cas, supérieures pour le PmKo dans 111 cas, supérieures pour la tuberculine dans seulement 29 cas. Cette prédominance de réactions plus fortes au PmKo qu'à la tuberculine ne semble pas dépendre essentiellement de la dose de 5 μg arbitrairement choisie pour le test intradermique au PmKo : l'analyse des résultats montre en effet que le pourcentage des sujets réagissant plus fortement au PmKo qu'à la tuberculine est variable, lié au type de tuberculose considéré, et qu'il est d'autant plus élevé que l'on a affaire à des formes de tuberculose où l'organisme oppose une meilleure résistance à la maladie. A titre d'exemple, ce rapport qui est de 80 % dans les tuberculoses à évolution lente, torpide, continue, avec des lésions minimes localisées, n'est plus que de 57 % si les lésions sont étendues et tombe à 27 % dans les cas d'évolution aiguë pneumonique ou bronchopneumonique. A l'inverse, dans ces mêmes catégories, les pourcentages de sujets réagissant plus fortement à la tuberculine 3 unités qu'au PmKo 5 μg, sont respectivement de 10 %, 7 et 50 %. Dans les tuberculoses présumées guéries, ces pourcentages de réactions plus fortes au PmKo ou plus fortes à la tuberculine, sont respectivement de 76 et de 10 %. Ils sont de 69 et de 13 % pour les sujets non tuberculeux réagissant à ces deux antigènes, c'est-à-dire chez des sujets qui, ayant fait leur primo-infection n'ont présenté par la suite aucun accident tuberculeux. *L'aptitude de l'organisme à développer une allergie plus forte au lipopolysaccharide* PmKo *qu'à la tuberculine, semblerait liée aux moyens de défense de l'organisme.*

Si l'on considère d'autre part, l'intensité absolue de chacune de ces deux réactions intradermiques, on constate que le pourcentage le plus élevé de fortes réactions tuberculiniques, s'observe dans les cas de tuberculoses caséifiantes extensives, qui opposent peu de résistance à l'agression bacillaire. Les pourcentages élevés de fortes allergies au PmKo s'observent au contraire chez les sujets primo-infectés mais indemnes de tuberculose, ou chez les anciens tuberculeux présumés guéris, ou chez les sujets atteints d'une tuberculose de longue durée contre laquelle ils opposent une résistance certaine. Ainsi, une forte allergie au PmKo semble compatible avec une évolution favorable de la maladie, alors qu'une hyperallergie tuberculinique accompagne généralement le développement de certaines formes de tuberculoses d'évolution spontanée grave. Dans ces dernières formes de la maladie, l'hyperallergie tuberculinique est le plus souvent associée à une faible allergie au PmKo, alors que dans les formes de tuberculoses à évolution favorable, les fortes allergies au PmKo sont généralement associées à des allergies tuberculiniques faibles.

On peut alors se demander si le développement de l'hypersensibilité au lipopolysaccharide PmKo n'est pas lié au mécanisme de la résistance à

l'infection. L'effet protecteur de cette hypersensibilité au PmKo pourrait s'exercer au moyen d'anticorps cellulaires plus ou moins complexes, et serait d'autant plus efficace qu'il ne serait pas contrebalancé par les effets nocifs de l'hyperallergie tuberculinique. Le fait que ce lipopolysaccharide soit le seul constituant connu, possédant comme le corps bacillaire tout entier, la capacité antigénique de déterminer la formation d'anticorps polysaccharidiques circulants ([5]), nous autorise à penser qu'il pourrait provoquer le développement des anticorps cellulaires responsables de la réaction intradermique au PmKo.

Deux faits nouveaux semblent acquis. Un fait d'intérêt spéculatif : la mise en évidence d'une hypersensibilité de type retardée à un constituant bactérien non protéinique, le lipopolysaccharide PmKo. Un fait d'intérêt pratique : la démonstration que cet antigène est capable, au même titre que la tuberculine, de déceler l'hypersensibilité spécifique développée par le bacille de Koch. *L'intensité de la réaction intradermique au lipopolysaccharide, comparée à celle de la réaction tuberculinique, semble de nature à nous renseigner sur la capacité de résistance de l'organisme.*

([1]) N. Choucroun, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1757.

([2]) N. Choucroun, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 511; *Amer. Rev. Tuberc.*, 3, 1947, p. 203.

([3]) N. Choucroun, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1477.

([4]) Sidney Raffel, *Experientia*, VI, 11, 1950, p. 410.

([5]) N. Choucroun, *Amer. Rev. Tuberc.*, 3, 1947, p. 203.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du substrat azoté sur la sporulation par pénurie de fer de* Bacillus megaterium. Note (*) de Mlle **Marguerite-Marie Lecadet** et M. **Norbert Grelet**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

La sporulation par pénurie de fer de *Bacillus megaterium* se produit lorsque le substrat azoté est le nitrate et non lorsque c'est le sulfate d'ammonium, l'alanine ou le glutamate. On en conclut que le fer est nécessaire à l'assimilation de l'azote nitrique et que la pénurie de fer se traduit par une pénurie de l'aliment azoté déclanchant le mécanisme de la sporogénèse.

La sporulation de *Bacillus megaterium* se produit lorsque la croissance est limitée par la pénurie de l'un parmi les constituants suivants du milieu synthétique : glucose, nitrate, sulfate, phosphate, fer ou zinc ([1]), ([2]).

Le problème se pose de savoir si, parmi des conditions si variées de sporulation, il en est qui se ramènent l'une à l'autre. Nous nous sommes demandé en premier lieu si la pénurie de fer n'a pas pour effet de produire quelque autre déficience déclenchant plus directement le mécanisme de la sporogénèse.

On sait qu'un rôle a été attribué au fer dans la réduction du nitrate chez *E. coli* [3] et chez *Achromobacter fischeri* [4], et dans la réduction du nitrite ou de l'hyponitrite chez *Neurospora* [5].

Nous avons donc cherché si les effets de la pénurie de fer sur la souche MLA de *Bacillus megaterium* (Collection de l'Institut Pasteur, n° 52-20) sont les mêmes en présence de divers substrats azotés : NO_3K, 100 mM; $SO_4(NH_4)_2$, 20 mM; alanine, 100 mM; ou glutamate de potassium, 100 mM. Tous les constituants du milieu, sauf le fer, restent en excès au cours de la culture.

Le pH initial est de 5,8 avec le nitrate et le glutamate, de 7,0 avec le sulfate d'ammonium et l'alanine.

Pour éliminer une partie du fer apporté par les impuretés, on traite, d'une part, la solution de phosphate et de substrat azoté, d'autre part, la solution de glucose, par la 8-hydroxyquinoléine en solution chloroformique, selon la technique de Waring et Werkman [6].

Sauf les modifications indiquées, le milieu a la composition antérieurement établie [1].

Les sels métalliques [SO_4K_2, SO_4Mg, SO_4Mn, SO_4Zn, Cl_2Ca et, éventuellement $(SO_4)_3Fe_2$] sont ajoutés avant autoclavage, et le glucose, après autoclavage.

Le milieu est ensemencé légèrement avec une culture préalable sur nitrate, sans fer, prise avant le début de la sporogénèse.

Les cultures sont agitées à 30° C dans des flacons d'Erlenmeyer.

Les témoins contiennent 56.10^{-4} g de fer par litre.

Après 65 h, les densités optiques des témoins sont à peu près les mêmes, quel que soit le substrat azoté; mais les densités optiques des cultures carencées en fer sont seulement :

de 12 % du témoin, en présence de nitrate;

de 30 % du témoin, en présence d'alanine;

de 50 % du témoin, en présence de glutamate.

C'est donc en présence de nitrate que la limitation de croissance par la carence en fer est le plus sévère. C'est aussi en présence de nitrate qu'on observe la sporulation par pénurie de fer, et non en présence d'alanine ou de glutamate : pourtant dans tous les cas, le pH est resté supérieur à 5,0, c'est-à-dire à un niveau qui permet la sporulation.

Pour confirmer et préciser ces résultats, nous avons alors cherché à réduire la durée de l'expérience.

Au lieu d'ensemencer légèrement les différents milieux avec la culture préalable carencée en fer, nous remettons en suspension les bacilles lavés de cette culture de façon à avoir, dès le départ, une densité optique mesurable et à limiter la croissance à quelques divisions (*voir* tableau).

Après 22 h d'incubation on constate que la pénurie de fer limite la

croissance avec tous les substrats azotés, mais n'entraîne la sporulation qu'en présence de nitrate.

Il convient toutefois de faire une réserve pour le cas du sulfate d'ammonium, car l'acidification à pH 4,3 peut suffire à arrêter la croissance avant le début de la sporulation.

Influence de la pénurie de fer sur les bactéries MLA en présence de divers substrats azotés, après 22 h *d'incubation.*

	d. o.		pH			
	initiale.	22 h.	initial.	22 h.	Sp.	Th R.
NO_3K + Fe	0,05	0,40	5,8	5,5	0	0
NO_3K	0,05	0,18	5,8	6,1	+	+
$SO_4(NH_3)_2$ + Fe	0,05	0,24	7,0	4,3	0	0
$SO_4(NH_4)_2$	0,05	0,18	7,0	4,3	0	0
Alanine + Fe	0,05	0,38	7,0	5,2	0	0
Alanine	0,05	0,24	7,0	5,1	0	0
Glutamate + Fe	0,05	0,44	5,8	5,5	0	0
Glutamate	0,05	0,36	5,8	5,5	0	0

Les bacilles d'une culture préalable sur $SO_4(NH_4)_2$, sans fer, en phase exponentielle, sont centrifugés, lavés, remis en suspension dans les milieux de culture avec les différents substrats azotés, avec ou sans fer.

d. o., densité optique d'une dilution au 1/20e dans un tube de diamètre 18 mm, au spectrophotomètre, à 650 mμ.

Sp, spores visibles à l'examen microscopique.

Th R, thermorésistance, germes viables après chauffage à 80°, 30 mn.

Avec l'alanine et surtout le glutamate, la croissance, en l'absence de fer, se poursuit plus longtemps qu'avec le nitrate et le palier de croissance s'établit plus haut.

Ces faits suggèrent que la pénurie de fer exerce en premier lieu ses effets sur les systèmes enzymatiques permettant l'assimilation de l'azote nitrique, et que la sporulation par pénurie de fer se ramène à une sporulation par pénurie de l'aliment azoté.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) N. Grelet, *Ann. Inst. Pasteur*, 81, 1951, p. 430.

(2) N. Grelet, *Ann. Inst. Pasteur*, 82, 1952, p. 66.

(3) S. Taniguchi, R. Sato et F. Egami, in *Inorganic nitrogen metabolism* (W. D. Mac Elroy and B. Glass. éd., 87, John Hopkins Press Baltimore), 1955, p. 87.

(4) J. C. Sadana et W. D. Mac Elroy, *Arch. Biochem. Biophys.*, 67, 1957, p. 16.

(5) A. Medina et D. J. D. Nicholas, *Biochim. Biophys. Acta*, 25, 1957, p. 138.

(6) W. S. Waring et C. H. Werkman, *Arch. Biochem.*, 1, 1942, p. 303.

(*Service des Fermentations, Institut Pasteur.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mise en évidence dans l'urine d'un nouveau minéralocorticostéroïde.* Note de M. **Jorge Pasqualini**, transmise par M. Léon Binet.

Les corticostéroïdes conjugués urinaires ont été soumis à différentes hydrolyses, après fractionnement chromatographique sur alumine. La fraction aldostérone a été étudiée dans quatre systèmes chromatographiques. Un stéroïde ayant un fort effet de rétention sodique a été détecté, son R_f est identique à celui de l'aldostérone dans les deux premiers systèmes et il est différent dans les deux derniers.

Mode opératoire. — La méthode, qui est la plus utilisée pour le dosage de l'aldostérone urinaire, est celle de Neher et Wettstein ([1]). Les urines sont amenées à pH 1 et sont extraites 24 h plus tard. L'extrait est soumis à deux chromatographies successives sur papier. La première dans le système $CHCl_3$/formamide et la deuxième dans le système toluène-acétate d'éthyl/méthanol-H_2O. L'aldostérone est appréciée par la coloration au bleu de tétrazolium et par la fluorescence à la lampe de Wood.

Nous avons mesuré l'aldostérone par ce procédé dans les urines d'un malade atteint d'hyperaldostéronisme primaire et dans les urines de sujets ayant reçu une forte stimulation par l'hormone corticotrope (ACTH). Au lieu d'extraire l'aldostérone à pH 1, nous avons appliqué la méthode d'extraction éther-alcool 3/1 $_v/^v$ ([2]) et de fractionnement chromatographique ([3]).

Les fractions sulfoconjuguées et glucuroconjuguées ont été soumises à des hydrolyses spécifiques : par la sulfatase purifiée, par le mélange dioxane-trichloracétique ([4]), par l'hydrolyse à pH 1 et par la β-glucuronidase purifiée.

L'aldostérone a été mesurée dans les différents extraits obtenus. Nous avons constaté, que la totalité trouvée était 4 ou 5 fois supérieure à ce qu'on obtient par extraction directe à pH 1. Le tableau I montre la distribution dans les différentes fractions.

		Esters-Sulfates		Glucuronosides	
	Libres (µg °/₀₀).	Sulfatase (µg °/₀₀).	Dioxane-CCl_3CO_2H (µg °/₀₀).	pH 1 (µg °/₀₀).	β-glucuronidase (µg °/₀₀).
Hyperaldostéronisme primaire........	1	0	7	7	25
Après 40 × 2 UI d'A. C. T. H-Zn	7	0	6	–	35

Nous nous sommes demandé si la totalité de ce stéroïde, ainsi mesurée, était bien constituée par l'aldostérone. La « fraction aldostérone » du second chromatogramme a été chromatographiée à nouveau dans le système isooctane/butanol tertiaire-H_2O et nous avons constaté que la fraction libérée par le dioxane-trichloracétique d'une part et par la β-glucuronidase, d'autre part, était moins polaire que l'aldostérone $R_{t\,ald.} = 1,85$. L'éluat a été soumis à une acétylation et nous avons procédé à la chromatographie de l'acétate dans le système cyclo-hexane-benzène/formamide.

En utilisant comme témoin le 18.21-diacétate d'aldostérone, nous nous sommes aperçu que l'acétate de ce stéroïde était plus polaire, avec un $R_{t\ (\text{ald.})\ 18\text{-}21\ \text{diacét}\ \text{te}} = 0,47$.

Les caractéristiques physicochimiques sont les suivantes : Réaction au bleu de tétrazolium +, absorption à 240 mμ +, fluorescence jaune dans la lampe de Wood par traitement par la soude. Il s'agit donc d'un stéroïde, probablement α-cétolique, possédant le groupe Δ_4. 3-cétonique. Son spectre dans l'ultraviolet présente un maximum entre 234 et 238 mμ.

Nous avons constaté (5) que ce stéroïde possède un fort effet de rétention du sodium, chez le Rat surrénalectomisé, en utilisant la méthode de Venning. Les résultats sont indiqués dans le tableau II.

Activité minéralocorticostéroïde d'un stéroïde
(Aldostérone like A. L.).

Essai biologique fait sur le Rat.

Lots.	N° des Rats.	Excrétion du Na par 6 h (mg ‰).	Excrétion du K par 6 h (mg ‰).	Rapport Na/K.
Témoins	7	5,3	6,4	0,83
Avec 0,5 μg D. O. C.	7	2	6,4	0,31
» 2 μg D. O. C.	7	2,3	7,7	0,29
» 0,05 μg A. L.	8	2,6	7,6	0,34
» 0,5 μg A. L.	7	0,87	5	0,17

Tous les animaux ont reçu 3,5 mg de ClNa dans 2,5 μl d'eau.

Expérience faite le 3e jour après la surrénalectomie.

(1) R. NEHER et A. WETTSTEIN, *J. Clin. Invest.*, 35, 1956, p. 800.

(2) R. W. H. EDWARDS, A. E. KELLIE et A. P. WADE, *Memoirs Soc. Endoc. London*, 2, 1953, p. 53.

(3) O. CRÉPY, M. F. JAYLE et F. MESLIN, *Acta Endocrinologica*, 24, 1957, p. 233.

(4) S. L. COHEN et I. B. ONESSON, *J. Biol. Chem.*, 200, 1953, p. 245.

(5) En collaboration avec Mlle Vandel.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Effet de l'addition d'adénosinetriphosphate sur le métabolisme* in vitro *du phosphore dans les mitochondries de l'épithélioma de Guérin.* Note (*) de Mme **YVONNE KHOUVINE**, MM. **DAVID SZAFARZ**, **YOSHITAKA MATSUOKA** et **KUNIO YAGI**, présentée par M. Jacques Duclaux.

L'ATP ajouté au milieu d'incubation des mitochondries, est hydrolysé en ADP et orthophosphate, ce qui augmente la pénétration de l'orthophosphate dans les mitochondries. En revanche, l'incorporation de ^{32}P dans l'ARN est diminuée par suite de la dilution de l'orthophosphate-^{32}P. A l'extérieur et à l'intérieur des mitochondries, l'ATP joue un rôle différent.

Nous avons observé (¹) que l'incorporation *in vitro* de ^{32}P dans l'acide ribonucléique (ARN) des mitochondries de l'épithélioma de Guérin (épithélioma atypique du Rat), est plus élevée lorsque les particules respirent dans un milieu contenant du succinate que lorsqu'elles glycolysent.

Nous savons, d'autre part (²), que le 2,4-dinitrophénol inhibe cette incorporation. Étant donné le rôle de cet inhibiteur dans le découplage des phosphorylations oxydatives et les résultats fournis par la comparaison des sources d'énergie, nous avons étudié le rôle de l'adénosinetriphosphate (ATP) dans l'incorporation de ^{32}P dans l'ARN. Le tableau I montre que l'addition d'ATP au milieu de respiration diminue la radioactivité spécifique du P de l'ARN des mitochondries. La diminution étant grande, nous avons cherché à connaître le mécanisme de cette action.

TABLEAU I.

Effet de l'ATP sur l'incorporation de ^{32}P *dans l'ARN.*

	Témoin.	+ ATP.
Concentration molaire dans le milieu :		
P minéral	$1,0.10^{-3}$	$1,0.10^{-3}$
ATP	–	$0,8.10^{-3}$
Radioactivité spécifique du P de l'ARN (coups/mn/μgP)	$10,2.10^2$	$5,1.10^2$
Teneur en P de l'ARN (μg par mg de mitochondries)	3,8	4,0

On sait, par les résultats que nous avons déjà obtenus (³) et par ceux de Werkheiser et Bartley (⁴), que l'ATP non marqué, ajouté au milieu, n'agit vraisemblablement pas par dilution de l'ATP, marqué par ^{32}P, produit par les phosphorylations oxydatives.

Nous avons montré (⁵) que l'ATP est transformé par les mitochondries de l'épithélioma en inosine, par une adénosine-désaminase très spécifique. La libération du phosphate de l'ATP est donc possible, ce qui diluerait le phosphate marqué. Pour mettre en évidence cette dilution, nous avons incubé des mitochondries en absence et en présence d'ATP. Nous avons ensuite étudié le phosphate minéral acidosoluble. Les résultats sont consignés dans le tableau II.

Si l'on augmente la concentration extérieure de l'orthophosphate, la radioactivité spécifique du P minéral acidosoluble diminue, ce qui s'explique par la dilution du ^{32}P. Si l'on ajoute en même temps de l'ADP à une concentration égale à l'augmentation en orthophosphate, la pénétration de cet orthophosphate dans les mitochondries reste la même. Enfin, si au lieu d'ADP + P, on ajoute une quantité équimoléculaire d'ATP, tout se passe comme si l'ATP était hydrolysé en ADP + P. La dilution produite par le P ainsi libéré est la même que celle obtenue par l'addition d'orthophosphate. Il s'ensuit que l'incorporation de phosphate dans les mitochondries est également la même. (Cet effet de dilution

comprend probablement aussi l'échange de ^{32}P entre l'orthophosphate et les nucléotides) [6].

Il apparaît donc que l'ATP ajouté au milieu d'incubation agit sur la pénétration de l'orthophosphate parce qu'il est probablement hydrolysé par une ATPase, comme l'ont montré Potter et Liebl (7) et Ruffo (8). Le phosphate libéré dilue la radioactivité du phosphate du milieu, ce qui explique les diminutions de la radioactivité totale incorporée et de la radioactivité spécifique du phosphate minéral acidosoluble.

TABLEAU II.

Effet de l'ATP sur le phosphate minéral acidosoluble.

Concentration molaire dans le milieu :				
P minéral	$1,0.10^{-3}$	$1,8.10^{-3}$	$1,8.10^{-3}$	$1,0.10^{-3}$
ADP	–	–	$0,8.10^{-3}$	–
ATP	–	–	–	$0,8.10^{-3}$
Radioactivité totale du milieu	$15,1.10^{6}$	$15,1.10^{6}$	$15,1.10^{6}$	$15,1.10^{6}$
Radioactivité totale incorporée par mg de mitochondries	$5,2.10^{5}$	$4,1.10^{5}$	$4,1.10^{5}$	$4,1.10^{5}$
Radioactivité spécif. du P minéral acidosoluble	$8,9.10^{4}$	$5,9.10^{4}$	$6,0.10^{4}$	$5,6.10^{4}$
Teneur en P minéral acidosoluble (μg par mg de mitochondries)	1,6	2,2	2,2	2,2

Il restait encore à vérifier que la quantité de phosphate qui pénètre dans les mitochondries dépend de la concentration en phosphate du milieu. Pour cela, nous avons incubé des mitochondries dans un milieu contenant, pour une radioactivité totale constante, des quantités croissantes d'orthophosphate. Nous avons constaté qu'il existe une relation linéaire entre la concentration de l'orthophosphate dans le milieu et la quantité qui pénètre dans les mitochondries, pendant une incubation de 30 mn. Ainsi se trouve bien établi l'effet de l'addition d'ATP.

Si nous comparons maintenant la radioactivité spécifique du P de l'ARN (tableau I) à celle du P minéral acidosoluble ($11,8.10^{4}$ coups/mn/μg P pour le témoin et $9,2.10^{4}$ coups/mn/μg P pour les mitochondries incubées en présence d'ATP), nous voyons que la dilution de la radioactivité du P minéral explique, du moins en partie, la diminution de la radioactivité spécifique de l'ARN.

Conclusion. — L'ATP ajouté au milieu de respiration est rapidement hydrolysé en ADP et en phosphate. Ainsi, la concentration du phosphate augmente et sa radioactivité spécifique diminue, ce qui explique que la pénétration du phosphate dans les mitochondries augmente et que la radioactivité spécifique du P de l'ARN diminue. Mais l'ATP, à l'intérieur des mitochondries, doit avoir un rôle bien différent, étant donné l'effet du dinitrophénol [2], [9].

L'hydrolyse de l'ATP étant probablement due à l'existence d'une ATPase très active, nous avons commencé l'étude des propriétés de cette enzyme, qu'on peut extraire des mitochondries de l'épithélioma de Guérin.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) K. YAGI et Y. KHOUVINE, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 39, 1957, p. 477.

(2) Y. KHOUVINE et M. MORTREUIL, *C. R. Soc. Biol.*, 148, 1954, p. 1534.

(3) D. SZAFARZ, L. WYSSMANN et Y. KHOUVINE, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 39, 1957, p. 1233.

(4) W. C. WERKHEISER et W. BARTLEY, *Biochem. J.*, 66, 1957, p. 79.

(5) K. YAGI et Y. KHOUVINE, *C. R. Soc. Biol.*, 150, 1956, p. 1375.

(6) K. YAGI, Y. MATSUOKA et Y. KHOUVINE, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 39, 1957, p. 1243.

(7) V. R. POTTER et G. J. LIEBL, *Cancer Res.*, 5, 1945, p. 18.

(8) A. RUFFO, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, Suppl. II, 1957, p. 17.

(9) D. SZAFARZ et Y. MATSUOKA, Communic. *IVe Congrès de Biochimie*, n° 6-29, Vienne, 1958.

(*École Pratique des Hautes Études, Laboratoire de Biochimie des Nucléoprotéides*, 13, *rue Pierre-Curie, Paris.*)

ÉCONOMIE RURALE. — *Méthode améliorée d'étude quantitative de la pectinolyse microbienne dans le sol.* Note (*) de MM. **PAUL KAISER** et **ANDRÉ-ROMAIN PRÉVOT**, présentée par M. René Dujarric de la Rivière.

La fonction pectinolytique du sol est assumée par les microorganismes les plus divers (Champignons, Actinomycètes, Bactéries) possédant des types respiratoires variés. Les enzymes responsables sont de trois types : protopectinase, polygalacturonidase, pectine-méthylestérase. Il est donc nécessaire, pour mesurer cette fonction du sol, de dénombrer les germes aérobies et anaérobies, eu égard à ces trois enzymes.

1. PROTOPECTINASE. — Certains microorganismes sont capables d'attaquer directement la protopectine. Cette attaque se mesure par le ramollissement de fragments de végétaux tels que carotte, pomme de terre, lin, etc. (1), (2).

Milieu amélioré. — Chaque tube contient un petit cube de carotte immergé dans 6 ml de la solution suivante : 1° pour aérobiose : extrait de terre, 700 ml; eau de rivière, 300 ml pour 1 l de milieu; 2° pour anaérobiose : bouillon de pomme de terre, 500 ml; eau de rivière, 500 ml; extrait de levure (6), 5 g pour 1 l de milieu. Stérilisation : 10 mn à 120° C à l'autoclave. On ensemence 0,5 ml des suspensions-dilutions 10^{-1} à 10^{-7} d'un sol, à raison de cinq tubes par dilution. Les tubes pour les anaérobies sont étirés, scellés sous vide et incubés à 30° C; les aérobies à 26° C. Les résultats sont calculés par les tables de Mc Crady. Il faut noter que ces germes sécrètent souvent une polygalacturonidase.

2. POLYGALACTURONIDASE. — La dépolymérisation causée par cette

enzyme provoque une forte baisse de viscosité ou la liquéfaction d'un gel de pectine. Pour les aérobies les milieux sur plaques du type Wieringa (3), (4) conviennent le mieux.

Milieu de Wieringa modifié (W 3). — *a.* Plaque de gélose au chlorure de calcium; pour 1 l : gélose, 15 g; Cl_2Ca, 5 g; extrait de terre, 700 ml; eau de rivière, 300 ml, le tout réparti à raison de 20 ml par tube, stérilisé 20 mn à 120° C. *b.* Plaque de pectine, pour 1 l : pectine de pomme (7), 18 g; $SO_4(NH_4)_2$, 1 g; PO_4K_2H, 1 g; eau de source, 600 ml; eau distillée, 200 ml; bouillon de pomme de terre, 150 ml; bouillon de carotte, 50 ml; lessive de soude au 1/10e, 6 ml. Préparation : la pectine mise à part dans un récipient est mouillée avec 35 ml d'alcool à 96°. On verse alors le litre de solution chauffé à 80° C d'un seul trait sur la pectine qui se dissout presque instantanément. Répartition à raison de 10 ml par tube; stérilisation en portant l'autoclave momentanément à 120° C. Le pH après stérilisation est de 7. Les tubes de pectine liquide sont ensemencés avec 1 ml de suspension-dilution de terre et coulés sur la couche de gélose solidifiée. La pectine se gélifie 1 h après. Les pectinolytiques y creusent un godet en trois à cinq jours. La moyenne des godets par dilution donne le nombre de germes pectinolytiques.

Pour les germes anaérobies et microaérophiles (type *Clostridium polymyxa*) le milieu suivant a été réalisé (Vr). Pour 1 l : pectine de pomme (7), 13 g; extrait de levure, 5 g; bouillon de pomme de terre, 1000 ml. Préparation et stérilisation comme plus haut. Répartition : 6 ml par tube de 14 mm. Le milieu ainsi préparé est à pH 5. Au moment de l'emploi, on neutralise à chaud (80°) chaque tube par 0,1 ml de lessive de soude stérile au 1/20e. Les tubes sont ensemencés à 45° C par des dilutions de terre, étirés et scellés sous vide. La pectinolyse se traduit par une liquéfaction du gel. Ce milieu s'aérant très mal ne peut pas être employé pour les aérobies.

3. Pectine-méthylestérase. — La déméthylation d'une pectine se traduit par une production d'acidité. Celle-ci ne peut être mise en évidence qu'indirectement (2), (5). On ensemence avec des dilutions de terre les milieux suivants :

1° pour aérobiose, pour 1 l : pectine de pomme (8), 7 g; extrait de terre, 800 ml; eau de rivière, 200 ml.

2° pour anaérobiose : pectine de pomme (8), 7 g; extrait de levure, 5 g; bouillon de pomme de terre, 1000 ml. Préparation, répartition, stérilisation, neutralisation comme plus haut. Après 10 à 15 jours d'incubation, on mélange 1 ml de liquide de culture à 7 ml de substrat de Smith (5). Les tubes positifs virent du bleu au jaune avant 24 h. Les tables de Mc Crady indiquent le nombre de germes actifs.

Conclusions. — La numération des germes pectinolytiques d'un sol ne pouvait se faire jusqu'ici qu'en aérobiose, et ne donnait par conséquent

qu'une mesure incomplète de la fonction pectinolytique considérée comme l'une des grandes fonctions microbiologiques du sol. L'extension des méthodes classiques aux anaérobies grâce à des milieux modifiés permet désormais de dénombrer la totalité des germes pectinolytiques en ajoutant au nombre total d'aérobies, le nombre total d'anaérobies possédant un ou plusieurs des enzymes de la pectinolyse.

Ces méthodes pourront être jointes avantageusement aux autres méthodes de mesure des fonctions microbiologiques d'un sol donné. Elles pourront être de plus utilisées pour deux buts pratiques :

1° La connaissance de la valeur d'une terre ou d'une eau en vue du rouissage naturel;

2° L'évaluation du nombre d'espèces phytopathogènes du genre *Erwinia* dans un sol donné.

(*) Séance du 29 septembre 1958.

(1) V. A. LAMBINA, *Mikrobiologuija*, 26, 1957, p. 66.

(2) R. SAISSAC, J. M. BRUGIÈRE et M. RAYNAUD, *Ann. Inst. Pasteur*, 82, 1952, p. 356.

(3) K. T. WIERINGA, *Congrès Microb. Copenhagen*, 1947.

(4) G. E. JONES, *J. appl. bact.*, 19, 1956, p. 231.

(5) W. K. SMITH, *J. gen. microbiol.*, 18, 1958, p. 33.

(6) Difco.

(7) Unipectine ruban rouge.

(8) Unipectine ruban brun.

La séance est levée à 15 h 30 m.

L. B.

(*Comptes rendus* du 28 juillet 1958.)

Note présentée le 21 juillet 1958, de M. *Pierre Vescovi*, Évolution du point végétatif du *Lathyrus aphaca* L. au cours d'un plastochrome :

Page 499, la figure 2, IV, comporte dans une vacuole, à droite de la cellule supérieure, une tache noire qui ne figure pas dans le dessin original. Cette figure doit être remplacée par celle ci-dessous :

